



ООО «АКУСТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор




А.А. Самокрутов

МЕТОДИКА

ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

АПЯС.412231.040 МК

(Введена впервые)



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

Содержание

1. НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ	2
2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	2
3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	3
4. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	4
5. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	7
6. ОПИСАНИЕ МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ	7
7. ОПИСАНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ	12
8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ	17
9. ТРЕБОВАНИЯ К ЛАБОРАТОРИИ НК И КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА	18
10. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ КОНТРОЛЯ	18
11. ТРЕБОВАНИЯ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ	19
12. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЯ	19
13. ПРОЦЕДУРА НАСТРОЙКИ ДЕФЕКТОСКОПА A1525 SOLO	21
14. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ	54
15. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ	62
16. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ	64
РАЗРАБОТАНО	65
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Альбом В-Сканов различных видов дефектов сварных швов	66
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К МЕТОДИКЕ	73
ЛИСТ РЕДАКЦИЙ МЕТОДИКИ	74



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

1. НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ

- 1.1. Настоящая методика устанавливает технологию применения антенных решеток для ручного ультразвукового контроля стальных сварных соединений толщиной от 8 до 54 мм включительно, полученных сваркой плавлением с применением дефектоскопа A1525 Solo.
- 1.2. Настоящая методика разработана с целью обеспечения качественного проведения неразрушающего контроля и обеспечение безопасной эксплуатации объектов ПАО «Газпром».
- 1.3. Настоящая методика предназначена для применения структурными подразделениями, дочерними обществами и организациями ПАО «Газпром», а также сторонними организациями и физическими лицами (индивидуальными предпринимателями), осуществляющими ультразвуковой контроль объектов ПАО «Газпром», расположенных на территории Российской Федерации, Республики Беларусь, Республики Армения и Кыргызской Республике.
- 1.4. Методика предназначена для контроля качества стыковых, угловых и нахлесточных сварных соединений трубопроводов, выполненных односторонней и двухсторонней сваркой, с применением технологий цифровой фокусировки апертуры (ЦФА) для выявления внутренних дефектов и дефектов, выходящих на поверхность.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- 2.1. Настоящий стандарт распространяется на ультразвуковой контроль качества сварных соединений труб, труб с соединительными деталями трубопроводов, соединительных деталей трубопроводов с соединительными деталями трубопроводов, труб с трубопроводной арматурой, выполненных при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов и ответвлений от них, промышленных трубопроводов, технологических трубопроводов основного назначения, конденсатопроводов и продуктопроводов (далее – трубопроводы) номинальным диаметром от DN 50 до DN 1400 включительно, выполненных из углеродистых и низколегированных сталей с нормативным значением временного сопротивления на разрыв до 640 МПа включительно, а также на контроль сварных соединений защитных кожухов (футляров) номинальным диаметром до DN 1800 включительно из углеродистых и низколегированных сталей с нормативным значением временного сопротивления разрыву до 640 МПа включительно.
- 2.2. Настоящий стандарт распространяется на ультразвуковой контроль сварных соединений, выполняемых в заводских и монтажных условиях, в процессе изготовления узлов трубопроводов, а также на ультразвуковой контроль сварных соединений трубопроводов, транспортирующих среды с повышенным содержанием агрессивных компонентов с учетом соответствующих нормативных документов ПАО «Газпром».
- 2.3. При применении настоящей методики оценка индикаций при контроле проводится по амплитуде и протяженности.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

3. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

3.1. В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- 3.1.1.ГОСТ Р 72456-2025 Контроль неразрушающий. Контроль акустический (ультразвуковой). Термины и определения.
- 3.1.2.ГОСТ Р 72368-2025 Контроль неразрушающий. Разработка и аттестация методик неразрушающего контроля. Общие требования.
- 3.1.3.ГОСТ Р 55724-2013 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- 3.1.4.ГОСТ 55725-2013 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые пьезоэлектрические. Общие технические требования.
- 3.1.5.ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики
- 3.1.6.ГОСТ 12.1.001—89 Система стандартов безопасности труда. Ультразвук. Общие требования безопасности.
- 3.1.7.ГОСТ 12.1.003—83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
- 3.1.8.ГОСТ 12.1.004—91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования безопасности.
- 3.1.9.ГОСТ 12.2.003—91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
- 3.1.10.ГОСТ 12.3.002—75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
- 3.1.11.СТО Газпром 15-1.3-004-2023 Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Неразрушающие методы контроля качества сварных соединений промысловых и магистральных газопроводов.
- 3.1.12.СТО Газпром 15-2.3-005–2023 Сварка и неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль качества сварных соединений.
- 3.1.13.АПЯС.412231.040 РЭ. Дефектоскоп ультразвуковой A1525 Solo. Руководство по эксплуатации.
- 3.1.14.Специализированное программное обеспечение «IntroView Metal» (версия 8.1 beta). Руководство пользователя.

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящей методикой целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года, и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

4. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- 4.1. В настоящей методике применены термины в соответствии с ГОСТ Р 72456 (3.1.1).
- 4.2. Дополнительно в настоящей методике приведены следующие термины, характерные для ультразвукового контроля с использованием антенных решеток:
- 4.2.1. **А-Скан:** представление ультразвуковых сигналов, в котором по оси абсцисс (оси X) откладывается время, по оси ординат (оси Y) — амплитуда сигнала.
- 4.2.2. **В-Скан:** представление результатов ультразвукового контроля в виде сечения объекта контроля, перпендикулярного поверхности ввода и параллельного направлению прозвучивания (плоскости падения пучка). Термин S-Скан, который используется в фазированных антенных решётках, не употребляется, вместо него используется В-Скан. Способ получения изображения и способ фокусировки в методе цифровой фокусировки апертуры один (метод SAFT-C), поэтому не требуется вводить различные названия сканов для различных способов настройки изображения.
- 4.2.3. **С-Скан (томограмма):** представление результатов ультразвукового контроля в виде сечения объекта контроля в плане параллельного поверхности сканирования.
- 4.2.4. **D-Скан (томограмма):** представление результатов в виде поперечного сечения объекта контроля перпендикулярного к поверхности сканирования и перпендикулярного к проекции оси ультразвукового пучка на поверхность сканирования. Обычно изображение D Скан перпендикулярно изображению В Скан.
- 4.2.5. **Активная апертура линейной решётки:** размер рабочей поверхности решётки, через которую происходит излучение и приём ультразвуковых колебаний, вдоль линии расположения элементов.
- 4.2.6. **Антенная решётка:** общее название любой группы ультразвуковых преобразователей, как обособленных, так и элементов, объединённых в общем корпусе. Главный признак решётки – совместное использование её элементов для получения информации о внутренней структуре объекта контроля. По расположению элементов на поверхности объекта контроля различают решётки линейные, матричные и специальной формы. Наиболее распространены линейные решётки, в которых элементы расположены в один ряд вдоль прямой линии.
- 4.2.7. **Антенная решётка наклонная:** решётка, у которой максимумы диаграмм направленности элементов в объекте контроля отклонены от нормали к поверхности объекта контроля на заданный угол с целью преимущественно наклонного ввода ультразвуковых волн в объект контроля. Для пьезоэлектрических решёток наклонный ввод ультразвуковых волн достигается за счёт применения общей клиновидной призмы или отдельных призм для каждого элемента.
- 4.2.8. **Антенная решётка прямая:** решётка, у которой максимумы диаграмм направленности элементов направлены по нормали к поверхности объекта контроля. Область обзора пространства такой решёткой расположена непосредственно под её апертурой, аналогично прямому ультразвуковому преобразователю.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- 4.2.9. **Зона сканирования:** область поверхности объекта контроля, по которой перемещается антенная решётка в процессе ультразвукового контроля.
- 4.2.10. **Ложный сигнал:** сигнал, не связанный с дефектом, т. е. сигнал, полученный от разных типов волн, пришедший от конструктивных отражателей.
- 4.2.11. **Метод SAFT (Synthetic Aperture Focusing Technique):** наиболее известный метод реконструкции. Полностью созвучный этому термину вариант сокращения на русском языке САФТ (Синтезированная Апертура, Фокусируемая в Точку). Сущность этого метода содержится в названии – путём применения расчётных времён задержки эхосигналов для каждой точки томограммы производится когерентное сложение эхосигналов, выбранных из каждой реализации. В результате происходит фокусировка апертуры в каждую точку визуализируемой области объекта контроля. Для массива реализаций, полученных путём комбинационного зондирования, был разработан метод САФТ-С, т. е. САФТ при комбинационном зондировании. В англоязычной литературе ему соответствует термин TFM (Total Focusing Method).
- 4.2.12. **Метод реконструкции:** метод пространственно-временной обработки реализаций ультразвуковых колебаний, полученных от антенной решётки. Метод характеризует основную физическую суть обработки, а не конкретный алгоритм, которых существует множество.
- 4.2.13. **Направляющий угол:** угол между направлением на отражатель и нормалью к поверхности объекта контроля. Он проходит через центр апертуры антенной решётки и максимум амплитуды образа отражателя.
- 4.2.14. **Образ на томограмме:** обособленная индикация на томограмме, контрастирующая с основным фоном.
- 4.2.15. **Образ реальный:** образ на томограмме, вызванный реально существующей несплошностью или неоднородностью материала объекта контроля или его границей с внешней средой.
- 4.2.16. **Образ фантомный:** образ, не соответствующий реальной физической аномалии материала объекта контроля, а вызванный, например, помехами от ультразвуковых волн нерабочих типов, реверберационными колебаниями в решётке или помехами от боковых лепестков диаграммы направленности.
- 4.2.17. **Опорный сигнал:** сигнал от искусственного или естественного отражателя в образце из материала с заданными свойствами или сигнал, прошедший контролируемое изделие, который используют при определении и настройке опорного уровня чувствительности и (или) измеряемых характеристик несплошности.
- 4.2.18. **Опорный уровень чувствительности:** уровень чувствительности, при котором опорный сигнал имеет заданную высоту на экране дефектоскопа.
- 4.2.19. **Пассивная апертура линейной решётки:** размер рабочей поверхности решётки, через которую происходит излучение и приём ультразвуковых колебаний в направлении перпендикулярном линии расположения элементов. У



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

высокочастотных решёток – это размер элемента в перпендикулярном к активной апертуре направлении, т. е. длина элемента.

- 4.2.20. **Поперечная несплошность:** несплошность, проекция условных размеров которой на поперечную ось сварного соединения является наибольшей.
- 4.2.21. **Продольная несплошность:** несплошность, проекция условных размеров которой на продольную ось сварного соединения является наибольшей.
- 4.2.22. **Поперечно-продольное сканирование (растровое):** перемещение решётки по двум координатам относительно сварного шва. Характеризуется скоростью перемещения, зоной перемещения и шагом смещения.
- 4.2.23. **Продольное сканирование:** перемещение решётки вдоль сварного шва. Продольное сканирование является однонаправленным и проводится по линейной траектории. Оно характеризуется скоростью сканирования, границами траектории сканирования и шагом между точками, в которых происходит запись данных.
- 4.2.24. **Пространственная регулировка чувствительности (ПРЧ):** выравнивание в зоне контроля амплитуд образов от идентичных отражателей малых волновых размеров или рассеивающих ультразвуковых колебаний ненаправленно в плоскости визуализации. В частности, это могут быть боковые отверстия.
- 4.2.25. **Реализация:** это последовательность ультразвуковых сигналов, принимаемых элементом решётки в течение заданного интервала времени от момента зондирующего сигнала, преобразованная в электрические колебания и записанная в память прибора. В реализации наряду с полезными эхоимпульсами всегда присутствуют разные помехи, шум структуры металла и шум приёмного тракта.
- 4.2.26. **Реконструкция (восстановление) изображения (томограммы):** процесс работы вычислительного блока дефектоскопа, заключающийся в преобразовании по определённому алгоритму массива реализаций ультразвуковых колебаний, принятых из объекта контроля, в массив данных об отражательной способности точек визуализируемого пространства объекта контроля.
- 4.2.27. **Сканограмма:** изображение, полученное путем накопления томограмм при сканировании объекта контроля с выбранным шагом.
- 4.2.28. **Томограмма:** представление результатов ультразвукового контроля в виде сечения объекта контроля. Вследствие специфики ультразвукового эхометода томограмма является изображением распределения отражательной способности точек визуализируемого пространства объекта контроля в плоскости сечения. Под точкой здесь понимается некий минимальный элемент пространства (объёмный или плоскостной), размер которого меньше длины волны ультразвуковых колебаний.
- 4.2.29. **Цифровая фокусировка апертуры (ЦФА):** работа решётки в режиме комбинационно-синтезированной апертуры с фокусировкой ультразвуковых сигналов в каждую точку визуализируемой области объекта контроля. ЦФА – это, в сущности, полный алгоритм работы прибора от зондирования объекта контроля до выдачи реконструированного изображения. Он включает в себя процесс сбора



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

полного набора (матрицы) комбинационных реализаций и процесс реконструкции изображения по алгоритмам комбинационно-синтезируемой фокусируемой апертуры САФТ-С. Это соединение двух процессов в англоязычной литературе обозначают как FMC+TFM.

4.2.30. Шаг сканирования: расстояние между последовательными точками сбора данных в направлении сканирования (механическими или электронными средствами).

4.2.31. Шум: беспорядочно распределенные сигналы на экране прибора, обусловленные отражениями от структуры материала и электрическими шумами аппаратуры.

5. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- 5.1. **АР** – антенная решётка;
- 5.2. **АСД** – автоматическая сигнализация дефектов;
- 5.3. **БО** – ближний отражатель;
- 5.4. **БЦО** – опорный отражатель типа бокового цилиндрического сверления;
- 5.5. **ВРЧ** – временная регулировка чувствительности;
- 5.6. **ДО** – дальний отражатель;
- 5.7. **ЗТВ** – зона термического влияния;
- 5.8. **КО** – калибровочный образец (мера);
- 5.9. **НО** – настроечный образец;
- 5.10. **НТД** – нормативно-техническая документация;
- 5.11. **ОК** – объект контроля;
- 5.12. **ПДО** – опорный отражатель типа плоскодонное отверстие;
- 5.13. **ПРЧ** – пространственная регулировка чувствительности;
- 5.14. **ПЭП** – пьезоэлектрический преобразователь;
- 5.15. **РУЗК** – ручной ультразвуковой контроль;
- 5.16. **СС** – сварное соединение;
- 5.17. **ФАР** – фазированная антенная решётка;
- 5.18. **ЦФА** – цифровая фокусировка антенны.

6. ОПИСАНИЕ МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

- 6.1. В настоящей методике рассмотрена процедура ручного эхо-импульсного ультразвукового контроля с использованием антенных решеток с наклонным вводом поперечной волны. Для этого используется дефектоскоп А1525 Solo в режиме работы ТОМОГРАФ.
- 6.2. Дефектоскоп в режиме ТОМОГРАФ воспроизводит на экране изображения сечений материала контролируемого объекта – томограммы. В этом режиме для излучения и приёма ультразвука используются уникальные 16-элементные линейные антенные



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

решётки поперечных УЗ волн. Устройство данных антенных решёток схематично показано на Рисунок 1. Их уникальность заключается в том, что каждый пьезоэлемент установлен на индивидуальную клинообразную микропризму. Благодаря трансформации продольной волны в поперечную при преломлении УЗ колебаний на границе призма – металл в ОК излучаются поперечные УЗ волны. В данной решётке каждый пьезоэлемент является, по сути, наклонным УЗ преобразователем.

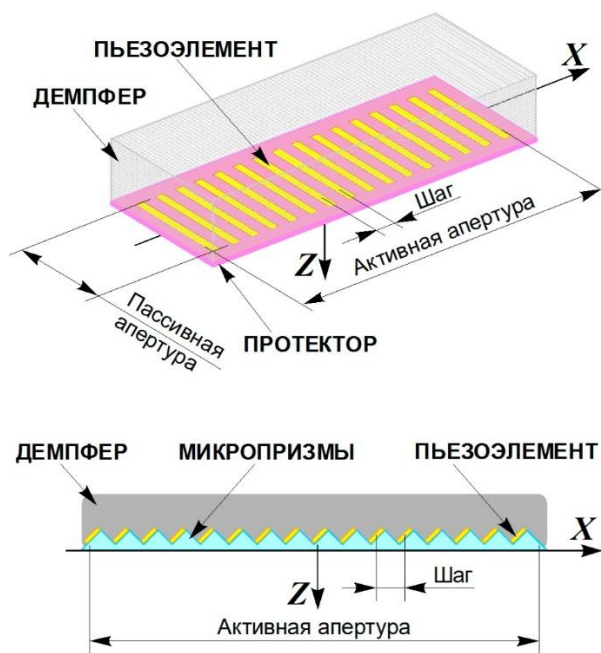


Рисунок 1 Устройство наклонных антенных решеток

- 6.3. Основной тип томограмм, который используется для анализа информации при ручном контроле – В-томограмма или В-Скан. Это изображение сечения ОК, плоскость которого перпендикулярна поверхности объекта и совпадает с продольной осью рабочей поверхности антенной решётки. В этой плоскости лежат акустические оси всех элементов решётки, и в этой плоскости происходит визуализация внутренней структуры ОК (Рисунок 2).

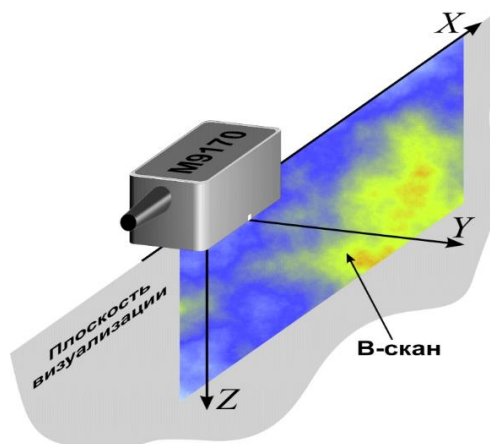


Рисунок 2 Взаимное расположение антенной решётки и реконструируемой В-томограммы в системе координат

АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- 6.4. Все вероятные нарушения сплошности материала ОК, границы раздела сред (металл – воздух, металл – жидкость), а также возможные проявления нерабочих типов УЗ волн отображаются на экране прибора в виде засветок (точек, пятен, полос) другой яркости или другого цвета по отношению к фону. Эти засветки называются образами. Их форма, размеры и яркость (цвет) зависят от амплитуды отраженного сигнала и индикатрисы рассеяния.
- 6.5. Принцип действия томографа значительно отличается от действия приборов с фазированными антенными решётками. Излучение и приём УЗ колебаний в томографе происходит поочерёдно отдельными парами пьезоэлементов (элементов) антенной решётки. Эту очерёдность поясняет Рисунок 3. Очерёдность такова: первый – излучатель, он же – приёмник; затем второй – излучатель, первый снова – приёмник; далее третий – излучатель, первый опять – приёмник; и так до последнего 16-го элемента решётки, посылающего в ОК зондирующий импульс. Т. е. первый элемент решётки по очереди принимает УЗ сигналы от каждого элемента решётки. Далее очерёдность повторяется, но со второго элемента, затем с третьего и т.д. Полный цикл излучения и приёма сигналов заканчивается, когда последний 16-й элемент антенной решётки пошлёт в ОК зондирующий импульс и он же примет УЗ сигналы из него. При такой работе в прибор попадают полностью независимые друг от друга реализации УЗ колебаний от каждой пары элементов антенной решётки (излучатель – приёмник).

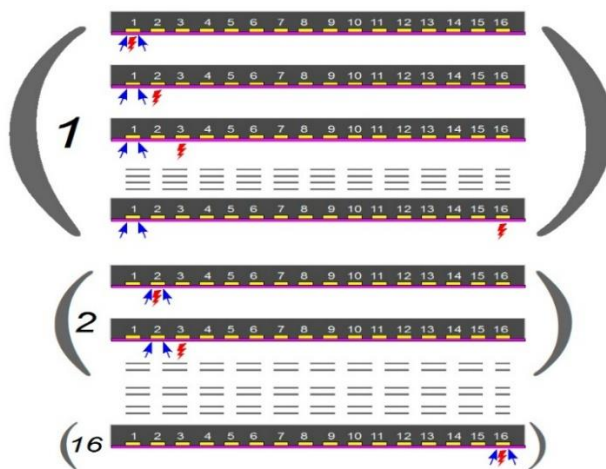


Рисунок 3 Очерёдность посылок зондирующих импульсов в ОК и приёма УЗ колебаний элементами антенной решётки

- 6.6. Независимость реализаций заключается в том, что каждая из них является откликом материала ОК только на один зондирующий импульс одного элемента решётки. Никаких сложений акустических полей от нескольких и даже двух элементов решётки здесь нет, поэтому нет никаких УЗ пучков и управления ими. В любой момент времени есть только рассеянное слабонаправленное излучение УЗ импульса с таким же малонаправленным приёмом УЗ колебаний из ОК (Рисунок 4).

АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

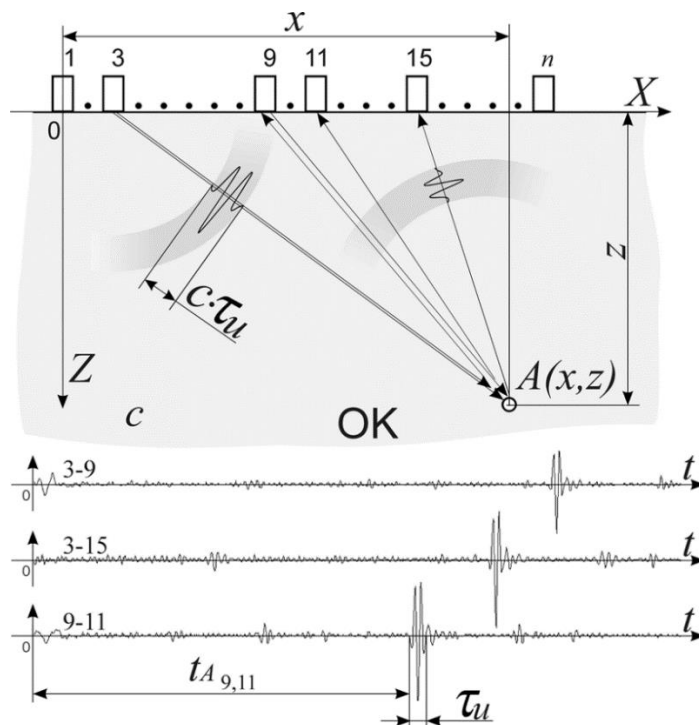


Рисунок 4 Схема излучения – приема в режиме ЦФА

- 6.7. После полного перебора всех пар элементов антенной решётки с излучением и приёмом УЗ колебаний цикл зондирования начинается снова по приведённой схеме. В каждом таком цикле реконструируется одна В-томограмма. Перебор пар элементов в цикле происходит очень быстро, частота смены изображений на экране прибора составляет от 20 до 60 Гц.
- 6.8. Реконструкция (восстановление) изображения (томограммы) – это процесс работы вычислительного блока томографа, заключающийся в преобразовании по определённому алгоритму массива реализаций УЗ колебаний, принятых из ОК, в массив данных об отражательной способности точек визуализируемого пространства ОК.
- 6.9. Реконструкция томограммы происходит следующим образом:

Для каждой точки томограммы из каждой принятой реализации выбираются короткие отрезки колебаний длительностью равной длине зондирующего импульса ($c \cdot t_i$) (где c – скорость УЗ волны, t_i – длительность зондирующего импульса) и временем пролёта УЗ импульса от излучившего зондирующий сигнал элемента решётки к визуализируемой точке материала ОК и обратно к приёмному элементу. Эти выбранные отрезки суммируются, и результирующая сумма (в виде такого же отрезка колебаний) записывается в отдельную ячейку памяти. Если в какой-либо визуализируемой точке ОК есть неоднородность материала, то эхосигналы от неё, присутствующие в каждой реализации, накапливаются (складываются в фазе) в ячейке памяти, соответствующей этой точке ОК. Если неоднородности нет, то в памяти накапливаются только колебания шумов, смотри Рисунок 5 и Рисунок 6.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

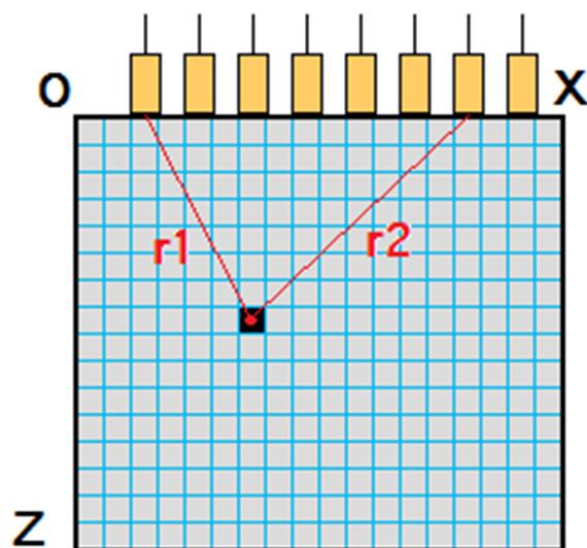


Рисунок 5 Точки (пиксели) томограммы

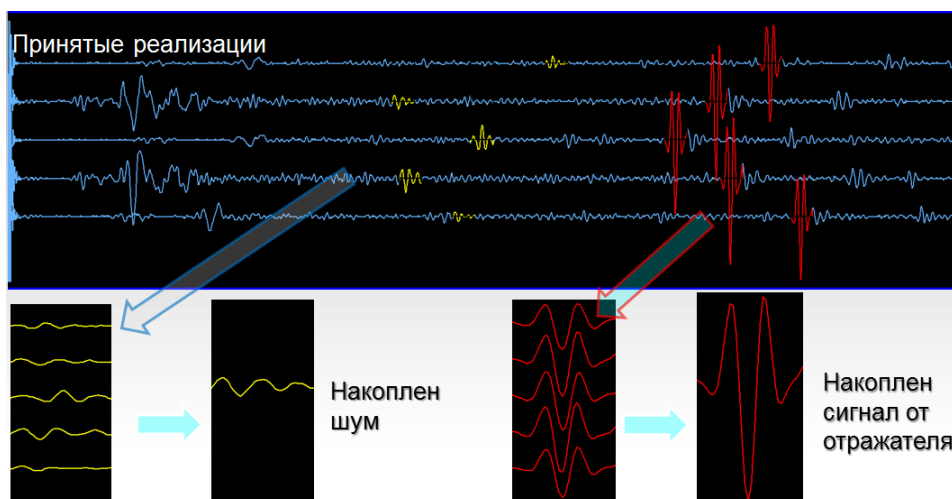


Рисунок 6 Накопление сигналов

Затем колебания в этих ячейках детектируются, и результирующие числа, пропорциональные отражательной способности соответствующих точек материала ОК, отображаются на экране в виде точек разной яркости или цвета.

Таким образом, томограмма представляет собой прямоугольный растр точек, яркость или цвет которых пропорциональны отражательной способности соответствующих точек материала ОК. Причём каждая точка томограммы получена как результат виртуальной фокусировки всех элементов решётки в соответствующую ей точку ОК (Рисунок 7).



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

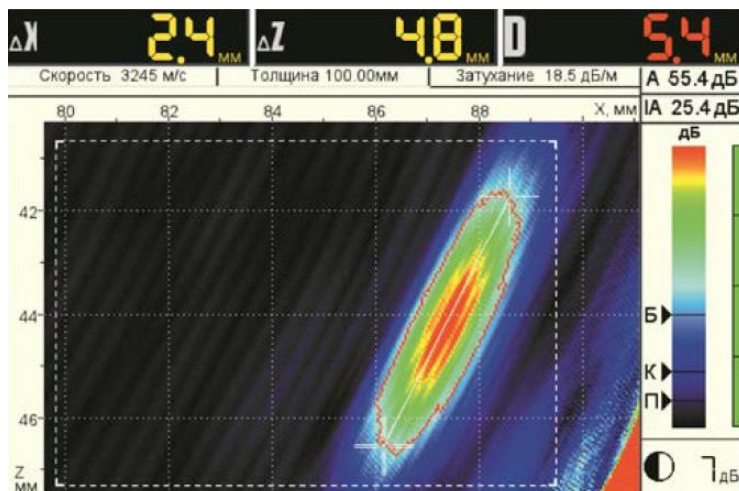


Рисунок 7 Томограмма (В-Скан) точечного отражателя

7. ОПИСАНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ

7.1. При проведении настоящего ультразвукового контроля используются:

- а) ультразвуковой дефектоскоп A1525 Solo;
- б) ультразвуковые наклонные антенные решетки M9170, M9065, M9052;
- в) мера СО-3 или настроечный образец V2/25;
- г) мера СО-2;
- д) настроечный образец UCB 007;
- е) настроечные образцы изготовленные из материала объекта контроля с БЦО или ПДО, например HO Applus RTD GAZPROM General Qualification
- ж) программное обеспечение IntroView Metal 8.0;
- з) контактная жидкость или система автоматической подачи контактной жидкости;
- и) образцы шероховатости для проверки качества подготовки поверхности;
- к) рулетка или мерный пояс, масштабная линейка, маркер или мел.

7.2. Ультразвуковой дефектоскоп.

7.2.1. Дефектоскоп A1525 Solo относится к ручным ультразвуковым (УЗ) приборам общего назначения портативного исполнения. Дефектоскоп является универсальным прибором для решения большинства задач дефектоскопии, таких как контроль сварных швов без поперечного сканирования, поиск различных нарушений сплошности и однородности материалов в объектах из металлов и пластмасс большого объема.

7.2.2. Прибор обеспечивает визуализацию внутренней структуры объекта контроля (ОК) методом ЦФА и высокую производительность контроля.

7.2.3. Условия эксплуатации

Прибор предназначен для эксплуатации при следующих условиях окружающей среды:

- температура от минус 30°C до плюс 55°C;



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- относительная влажность воздуха до 95% при максимальной температуре плюс 35°C.



Рисунок 8 Внешний вид дефектоскопа А1525 Solo и антенной решетки М9170

7.2.4. Основные технические характеристики дефектоскопа приведены в Таблица 1:

Таблица 1 Основные технические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон устанавливаемых скоростей ультразвука, м/с	от 1 000 до 15 000
Диапазон устанавливаемых рабочих частот, МГц	от 1,0 до 10,0
Диапазон перестройки усиления приемника, дБ	от 0 до 100
Отклонение установки усиления, дБ	±1
Диапазон измерений временных интервалов, мкс	от 0 до 2 600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов мкс, где $T_{изм}$ – измеренное значение временного интервала	$\pm(0,1+0,0001 \cdot T_{изм})$
Диапазон измерений глубины залегания дефекта (по стали) цифروفкусируемыми антенными решетками поперечных волн, мм	от 2 до 300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта (по стали) цифروفкусируемыми антенными решетками поперечных волн, мм, где H – измеренная глубина залегания дефекта в мм	$\pm(0,02 \cdot H+1,00)$



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

Характеристика	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений дальности по поверхности до дефекта (по стали) цифрофокусируемыми антенными решетками поперечных волн, мм, где L – измеренная дальность по поверхности до дефекта в мм	$\pm(0,02 \cdot L + 1,00)$
Источник питания	аккумулятор
Номинальное значение напряжения аккумулятора, В	11,1
Время непрерывной работы от аккумулятора при нормальных климатических условиях, ч, не менее	5
Габаритные размеры электронного блока, мм, не более	260x160x40
Масса электронного блока, кг, не более	0,95
Средний срок службы, лет, не менее	5

7.3. Ультразвуковые наклонные антенные решетки М9170, М9065.

7.3.1. Антенная решетка М9170 – решётка поперечных волн с наклонным вводом, 16 элементов, активная апертура 28 мм, пассивная апертура 10 мм, номинальная частота 4 МГц, шаг элементов 1,75 мм. Рекомендуется применять для контроля СС толщиной от 8 до 20 мм;

7.3.2. Антенная решетка М9065 – решётка поперечных волн с наклонным вводом, 16 элементов, активная апертура 40 мм, пассивная апертура 10 мм, номинальная частота 4 МГц, шаг элементов 2,5 мм. Рекомендуется применять для контроля СС толщиной от 20 до 40 мм.

7.3.3. Антенная решетка М9052 – решётка поперечных волн с наклонным вводом, 16 элементов, активная апертура 40 мм, пассивная апертура 10 мм, номинальная частота 2,5 МГц, шаг элементов 2,5 мм. Рекомендуется применять для контроля СС толщиной от 30 до 54 мм.

7.3.4. Антенные решетки применяются с плоской рабочей поверхностью призмы, если выполняется условие

$$D \geq K \cdot a,$$

где D – диаметр трубы, мм;

K – числовой множитель, принимаемый равным 15;

a – ширина АР (пассивная апертура), мм.

Если данное требование не выполняется, то контактная поверхность антенной решетки должна быть притерта под радиус кривизны контролируемого объекта.

7.4. Мера СО-3 или настроечный образец V2/25



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

7.4.1. Используется для калибровки времени задержки в призмах антенных решеток и скорости ультразвука. Изготавливается из Стали 20.

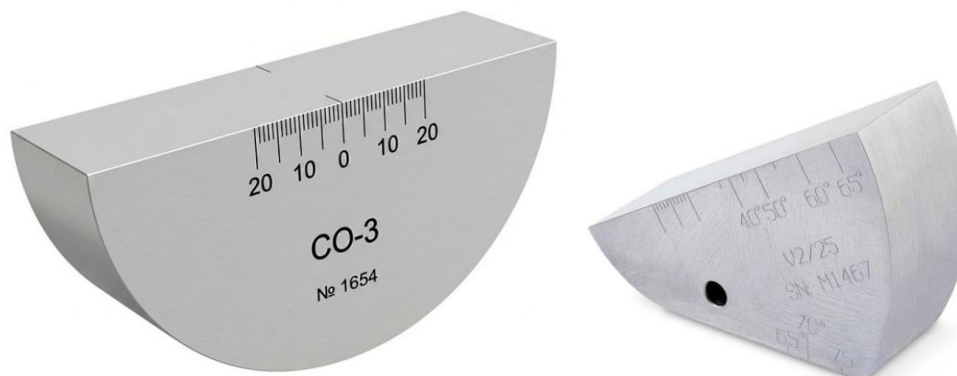


Рисунок 9 Мера CO-3 или настроечный образец V2/25

7.5. Мера CO-3 или настроечный образец V2/25.

7.5.1. Используется для проверки направляющего угла в антенных решетках. Изготавливается из Стали 20.

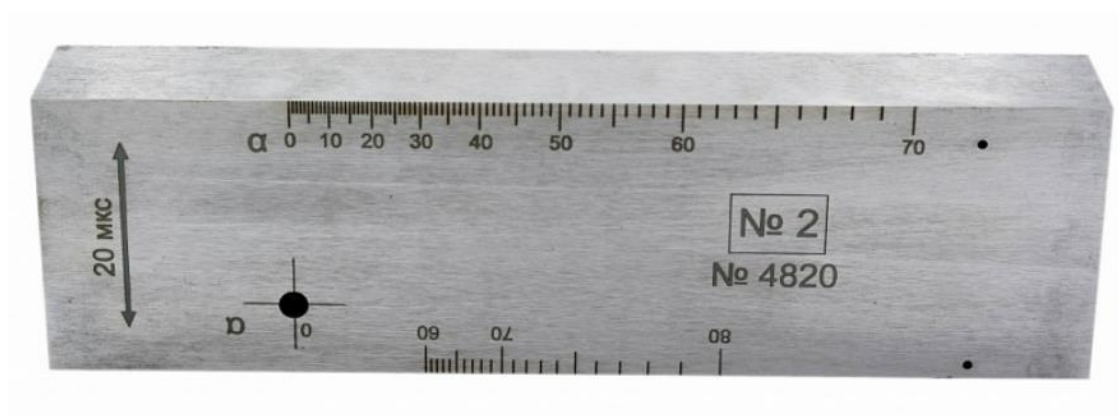


Рисунок 10 Мера CO-2

7.6. Настроечный образец UCS 007.

7.6.1. Используется для проверки глубиномера и настройки чувствительности. Изготавливается из Стали 20 или материала объекта контроля.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ



Рисунок 11 Настроечный образец UCB 007

7.7. Настроечный образец из комплекта образцов Applus RTD GAZPROM General Qualification. Используется для настройки уровней чувствительности.

7.7.1. Пример настроечного образца приведен на Рисунок 12.

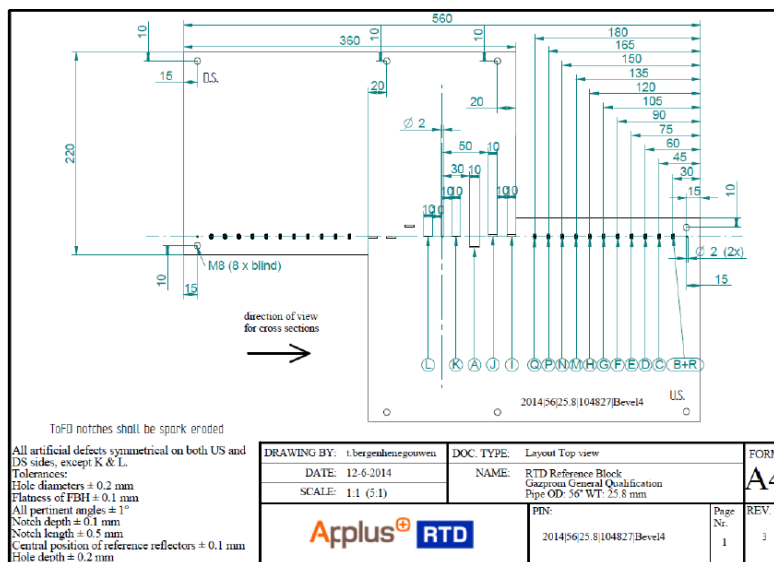


Рисунок 12 Пример настроечного образца Applus RTD GAZPROM General Qualification

7.8. Программное обеспечение IntroView Metal 8.0

7.8.1. Специализированное программное обеспечение IntroView Metal 8.0 позволяет передавать сохраненные данные из прибора на внешний компьютер для дальнейшей обработки результатов контроля, документирования в виде томограмм и эхо-сигналов с параметрами контроля и последующего архивирования.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

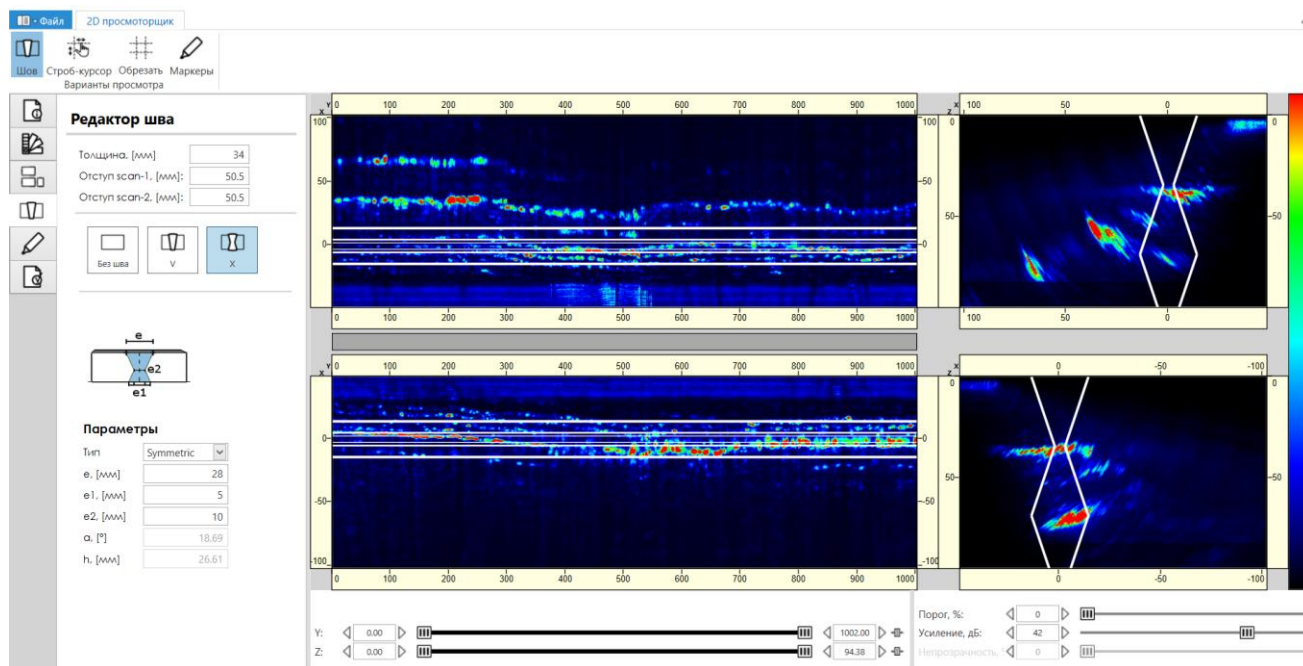


Рисунок 13 Интерфейс ПО IntroView Metal

7.9. Контактная жидкость

7.9.1. Рекомендуется использовать специальные гели или раствор глицерина с водой. Процентный состав раствора по объему рекомендуется делать в соотношении частей по объему от 8:2 (глицерин:вода) при температурах от -35° до 0°C и до 9:1 при температурах от 0 до +55°C. Допускается использовать другие контактные жидкости. Для настройки и контроля должна использоваться одна и та же контактная жидкость.

7.9.2. Для систем автоматической подачи жидкости используется питьевая или техническая (без примесей) вода при температурах выше 0°C. При отрицательных температурах используются незамерзающие жидкости.

7.10. Образцы шероховатости для проверки качества подготовки поверхности

7.10.1. Это эталонные поверхности с известными параметрами шероховатости, которые используются для контроля качества подготовки поверхностей изделий. Они позволяют сравнивать визуально или тактильно поверхность контролируемого объекта с эталонными значениями, обеспечивая точность и воспроизводимость измерений

7.11. Рулетка или мерный пояс, линейка предназначены для измерения координат найденных несплошностей. Маркер или мел предназначены для нанесения разметки и обозначения дефектных мест на сварном шве.

8. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. При проведении работ по ультразвуковому контролю продукции дефектоскопист должен руководствоваться документами (3.1.6), (3.1.9), (3.1.10), правилами технической



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

эксплуатации электроустановок потребителей и правилами технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденными Ростехнадзором.

- 8.2. При организации работ по контролю должны соблюдаться требования пожарной безопасности по документу (3.1.8).
- 8.3. Уровни шума, создаваемого на рабочем месте дефектоскописта, не должны превышать допустимых по документу (3.1.7).
- 8.4. При выполнении контроля должны соблюдаться требования СанПиН 2282-80 «Санитарные нормы и правила при работе с оборудованием, создающим ультразвук, передаваемый контактным путем на руки работающих (Минздрав СССР) и требования безопасности, изложенные в технической документации на применяемую аппаратуру, утвержденной в установленном порядке.
- 8.5. Перед допуском к проведению УЗК все лица, участвующие в его выполнении, должны проходить соответствующий инструктаж по охране труда с регистрацией в журнале.
- 8.6. Инструктаж следует проводить периодически в сроки, установленные приказом по предприятию (организации).
- 8.7. В случае выполнения УЗК на высоте, в стесненных условиях, а также внутри сосудов дефектоскописты и обслуживающий персонал должны проходить дополнительный инструктаж по охране труда согласно положению, действующему на предприятии (организации).
- 8.8. Дефектоскописты, участвующие в выполнении УЗК, должны знать и выполнять общие требования по охране труда, установленные для работников цехов и участков, в которых проводят УЗК.
- 8.9. Контролеры должны быть обеспечены специальной одеждой и СИЗ в соответствии с требованиями производственной площадки на которой проводится контроль.

9. ТРЕБОВАНИЯ К ЛАБОРАТОРИИ НК И КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

- 9.1. Лаборатория НК и персонал должны быть допущены к проведению УЗК качества сварных соединений и соответствовать требованиям (3.1.11) (раздел 4).

10. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ КОНТРОЛЯ

- 10.1. Рабочее место дефектоскописта должно соответствовать разработанным и утвержденным инструкциям по охране труда на предприятии.
- 10.2. При проведении УЗК вблизи мест выполнения сварочных работ рабочее место дефектоскописта должно быть ограждено светозащитными экранами.
- 10.3. Ручной УЗК по настоящей методике проводят при температуре окружающей среды от минус 5 °С до 40 °С.
- 10.4. При температуре окружающей среды ниже минус 5 °С должны быть предусмотрены мероприятия для обеспечения условий контроля в указанном в п. 10.3 диапазоне температур, с применением отапливаемых платок, тепловых пушек или других приборов и инструментов.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- 10.5. При невозможности обеспечить проведение контроля при температуре окружающей среды от минус 5 °С до 40 °С, контроль проводить допускается, при обязательном проведении испытаний на проверку пригодности оборудования и возможности применения способов устранения ошибок контроля из-за изменения скорости волн, угла ввода и чувствительности контроля.
- 10.6. Допустимую максимальную разницу температур настроечного образца и контролируемого сварного соединения устанавливают по результатам испытаний. Если испытания влияния температуры на чувствительность УЗК не проводились, то разница температур не должна превышать 15 °С.
- 10.7. Результаты испытаний по п.п.10.5, 10.6 должны быть оформлены в виде Протокола испытаний.

11. ТРЕБОВАНИЯ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

- 11.1. Применяемые средства измерения для УЗК должны:
- 11.1.1. быть внесены в реестр Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации;
 - 11.1.2. иметь свидетельство о метрологической поверке (калибровке) установленной формы и другие разрешительные документы в соответствии с действующими требованиями;
 - 11.1.3. иметь допуск к применению на объектах ПАО «Газпром» в установленном порядке.
- 11.2. Настроечные образцы должны быть промаркированы, иметь паспорт и быть аттестованы (калиброваны) в установленном порядке органом, аккредитованным на право проведения работ по метрологической поверке.
- 11.3. Периодическая аттестация НО должна проводиться не реже одного раза в три года.

12. ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЯ

- 12.1. Для выполнения РУЗК должен быть обеспечен технологический доступ к сварным соединениям.
- 12.2. Подготовку рабочего места для проведения НК и обеспечение доступа к сварному соединению, включая зачистку контролируемой поверхности, установку подмостков, установку переносных осветительных приборов и устройств подогрева воздуха, монтаж укрытий (при необходимости) выполняет производитель СвМР или другие специализированные организации.
- 12.3. Нижняя часть поверхности сварного соединения должна находиться на расстоянии не менее 450 мм от поверхности грунта. При работе в траншее должен быть обеспечен безопасный спуск персонала с оборудованием в траншею. На участках с большим уклоном должны быть приняты дополнительные меры для обеспечения безопасности выполняемых работ по НК качества сварных соединений.
- 12.4. Зона сканирования при контроле сварного соединения должна быть подготовлена к проведению УЗК в соответствии с СТО Газпром 15-1.3-004-2023 (раздел 7). На ней не



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- должно быть брызг металла, отслаивающейся окалины, продуктов коррозии, пыли, грязи и других загрязнений, препятствующих проведению контроля.
- 12.5. Зона сканирования сварных соединений должна быть зачищена по всей длине контролируемого участка. Шероховатость поверхности зоны контроля должна быть не хуже Ra 6,3 (Rz 40) в соответствии с требованиями ГОСТ 2789.
- 12.6. Предварительную зачистку (если она требуется) контролируемой поверхности проводят абразивно-струйной обработкой, металлическими щетками, напильниками, шаберами. Для доводки поверхности металла до требуемой чистоты следует применять угловые шлифовальные машинки с щетками металлическими радиальными и/или специализированные устройства для шлифовки (например, плоскошлифовальные машинки, ленточные и круглые эксцентриковые шлифовальные машинки). Угловые шлифовальные машинки с абразивным кругом допускается применять только при зернистости круга от Р100 и выше и при данном способе зачистки нельзя делать избыточную волнистость поверхности. Зазор между плоскостью контактной поверхности АР и поверхностью ОК не должен быть больше 0,5 мм.
- 12.7. При механической очистке толщина контролируемого сварного соединения не должна выходить за пределы минусовых допусков и не должны возникать недопустимые согласно НД, дефекты (например, риски, царапины и др.).
- 12.8. Ширина подготавливаемой зоны с каждой стороны сварного шва указывается в операционной технологической карте ОТК.
- 12.9. Ультразвуковой контроль проводится после проведения визуального и измерительного контроля.
- 12.10. При проведении РУЗК должна применяться единая система отсчета координат для определения положения дефектов сварного соединения. Перед началом контроля дефектоскопист должен несмываемым маркером (краской) выполнить разметку сварного соединения с указанием точки начала отсчета координат на отметке, ориентировочно, «12 ч» и направления отсчета координат. Пример установки точки начала отсчета и направления отсчета координат при НК приведен на Рисунок 14.

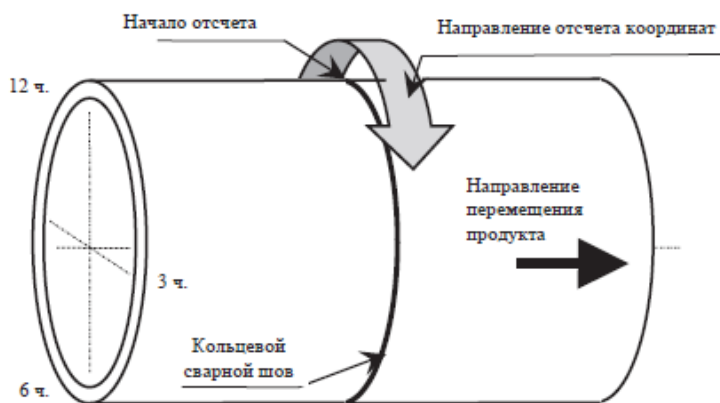


Рисунок 14 Установка начала координат и направления отсчета при РУЗК



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

13. ПРОЦЕДУРА НАСТРОЙКИ ДЕФЕКТОСКОПА A1525 SOLO

13.1. Установка рабочего усиления.

13.1.1. Данная процедура проводится на отражателе типа прямоугольный угол на любом калибровочном или настроечном образце. Рассмотрим данную процедуру на настроечном образце UCB 007.

13.1.2. Положите образец на боковую грань. Установить АР на образец и направить на прямой нижний угол на предполагаемой глубине контроля, например на глубине 30 мм (Рисунок 15).



Рисунок 15 Установка АР на НО UCB 007

13.1.3. На А-Скане будет виден сигнал от нижнего угла, по амплитуде он самый большой, который пришёл от излучателя 8 на приёмник 7. Как правило, по высоте он выходит за пределы экрана (Рисунок 16).

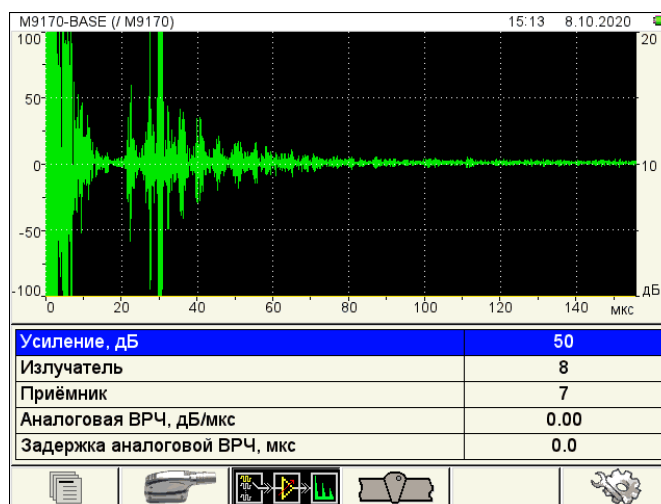


Рисунок 16 А-Скан при большом значении параметра «Усиление»

13.1.4. Требуется уменьшить значение в параметре «Усиление» до момента, когда максимум сигнала от угла будет в районе 80–100 % экрана.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

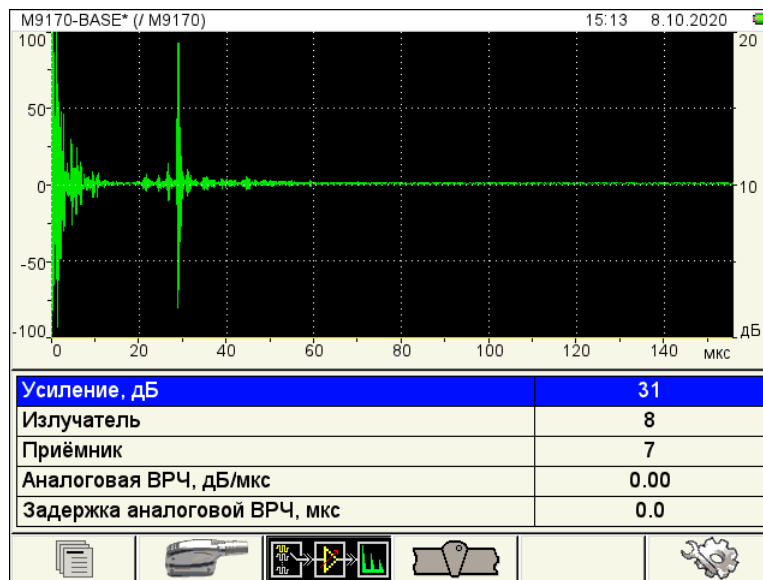


Рисунок 17 А-Скан при правильном значении параметра «Усиление»

13.1.5. Если в объекте контроля значение коэффициента затухания значительно отличается от значения в образце UCB 007, то рекомендуется данную процедуру делать на НО из материала ОК или на прямоугольном торце объекта контроля.

13.2. Процедура проверки элементов антенной решетки

13.2.1. В дефектоскопе, на третьей странице режима НАСТРОЙКА (F3) предусмотрена процедура проверки элементов антенной решетки. Данную процедуру рекомендуется делать один раз в неделю или при подозрении, что чувствительность АР ухудшилась.

13.2.2. При активной строке «Излучатель» или «Приёмник» нажать клавишу . Демонстрация А-Сканов перейдёт в режим показа совмещённых режимов, т. е. с излучателя на приёмник с одинаковыми номерами.

13.2.3. Включая последовательно все пары элементов, следим за тем, чтобы на каждом А-Скане присутствовали следующие сигналы: зондирующий импульс; сигналы от отражателей. Это означает, что пьезоэлемент исправен. Смотри Рисунок 18.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

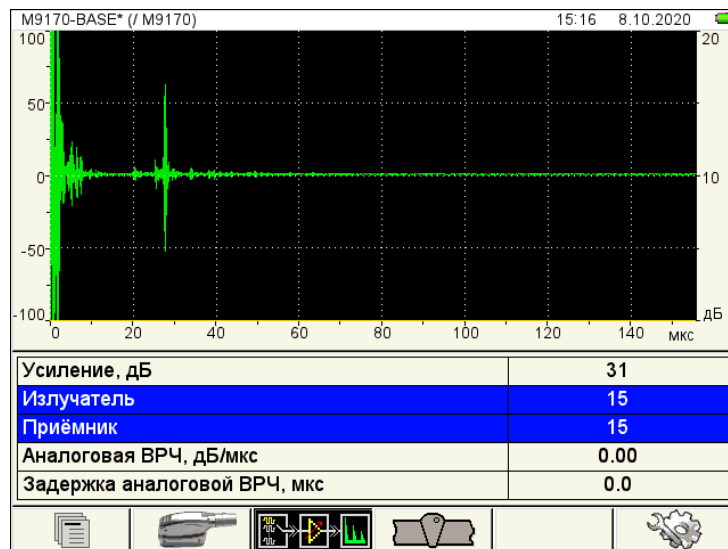


Рисунок 18 Сигналы на пьезоэлементе 15.

13.2.4. На Рисунок 19 видим ситуацию отсутствия каких-либо сигналов. Такая ситуация возникает, когда элемент АР вышел из строя.

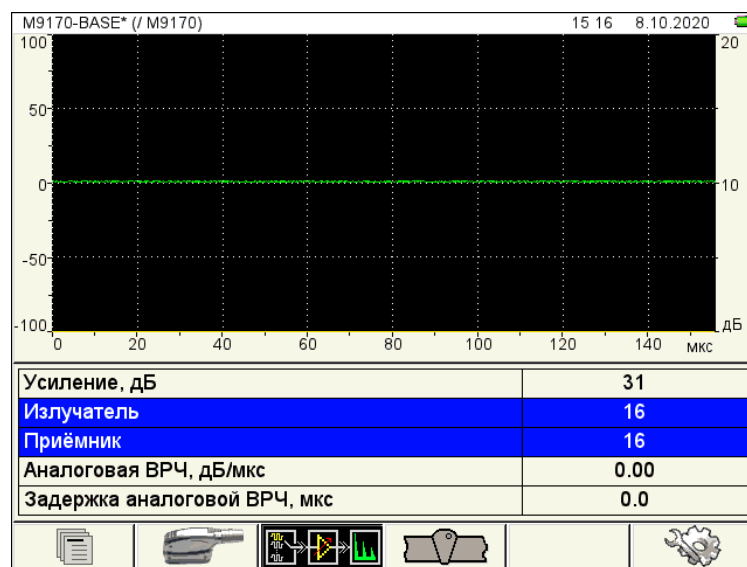


Рисунок 19 Вид экрана при неработающем элементе № 16

13.2.5. Допускается проводить контроль при одном неработающем элементе АР. При большем количестве неработающих элементов акустический модуль требуется заменить.

13.3. Калибровка задержки антенной решётки и скорости ультразвука по мере СО-3

13.3.1. Установить АР на меру СО-3.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

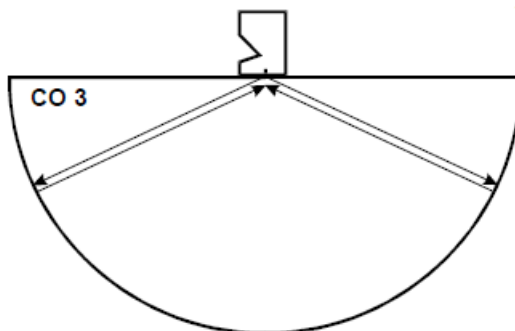


Рисунок 20 Схема установки АР на меру СО-3

13.3.2. В приборе на третьей странице режима НАСТРОЙКА (F3) установить Излучатель – 8; Приёмник – 9.

13.3.3. Перемещая АР, найти максимум сигнала от цилиндрической поверхности и установить параметр «Усиление» таким образом, чтобы сигнал на А-Скане не уходил в ограничение (был в пределах экрана) (Рисунок 21).

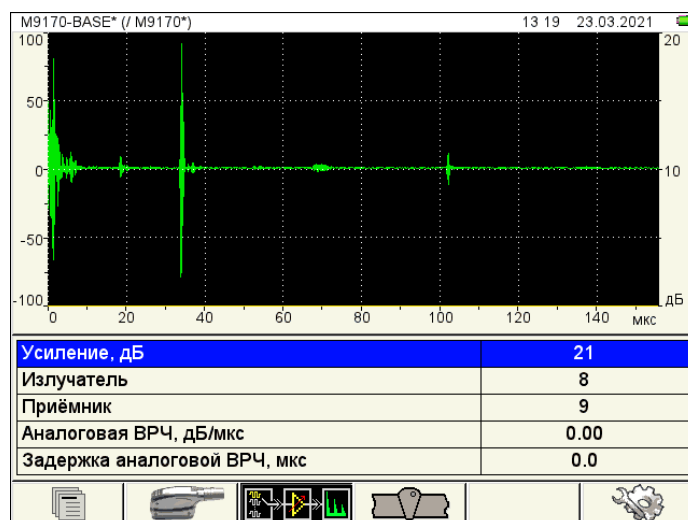


Рисунок 21 Вид А-скана прибора при правильном выборе параметра «Усиление»

13.3.4. Не перемещая АР, перейти в рабочий режим и установить масштаб изображения так, чтобы видеть два изображения цилиндрической поверхности образца.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

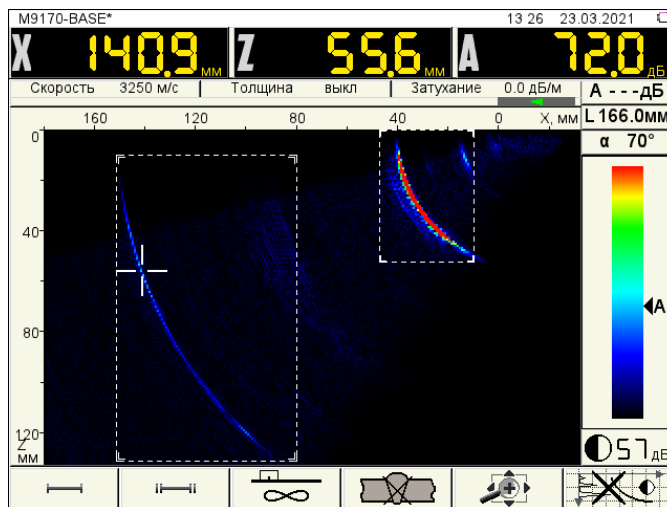


Рисунок 22 Измерение L1 и L2 в рабочем режиме

13.3.5. Снять показания пути по лучу L1- для первого образца и L2- для второго образца.

13.3.6. Вычислить разницу L3 по формуле

$$L_3 = \frac{L_2 - L_1}{2} \quad (1)$$

13.3.7. Выключить второй строб. Установить в параметре «Задержка» такое значение, при котором путь L1 (первый образец) будет равен L3.

13.3.8. Изменить параметр «Скорость» до такого значения, при котором L1 будет равно 55,0 мм, а L2 = 165,0 мм.

13.4. Калибровка задержки антенной решётки и скорости ультразвука по настроечному образцу V2/25

13.4.1. Установить АР на настроечный образец V2/25. Направить АР на сегмент цилиндра радиусом 50 мм.

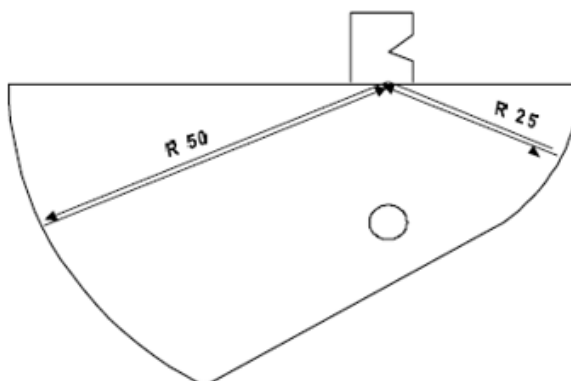


Рисунок 23 Схема установки АР на настроечный образец V2/25

13.4.2. В приборе на третьей странице режима НАСТРОЙКА (F3) установить Излучатель – 8; Приёмник – 9.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

13.4.3.Перемещая АР, найти максимум сигнала от цилиндрической поверхности и установить параметр «Усиление» таким образом, чтобы сигнал не уходил в ограничение (был в пределах экрана) (Рисунок 24).

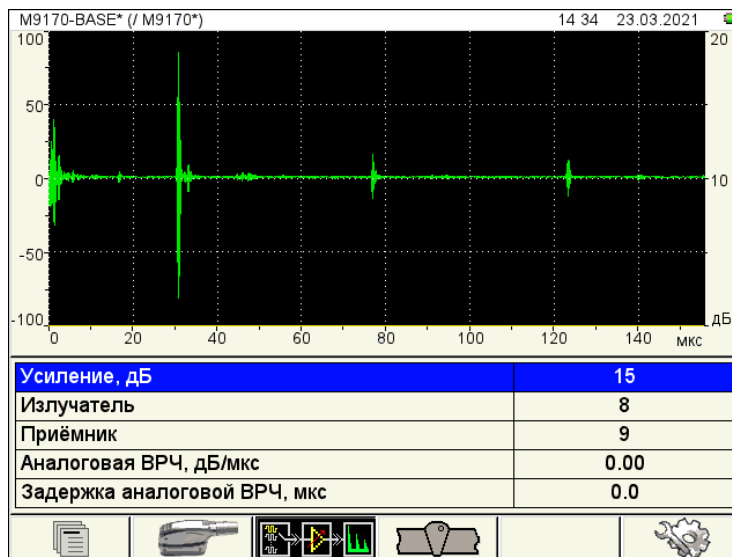


Рисунок 24 Вид А-Скана прибора при правильном выборе параметра «Усиление»

13.4.4.Не перемещая АР, перейти в рабочий режим и установить масштаб изображения так, чтобы видеть два изображения цилиндрической поверхности образца.

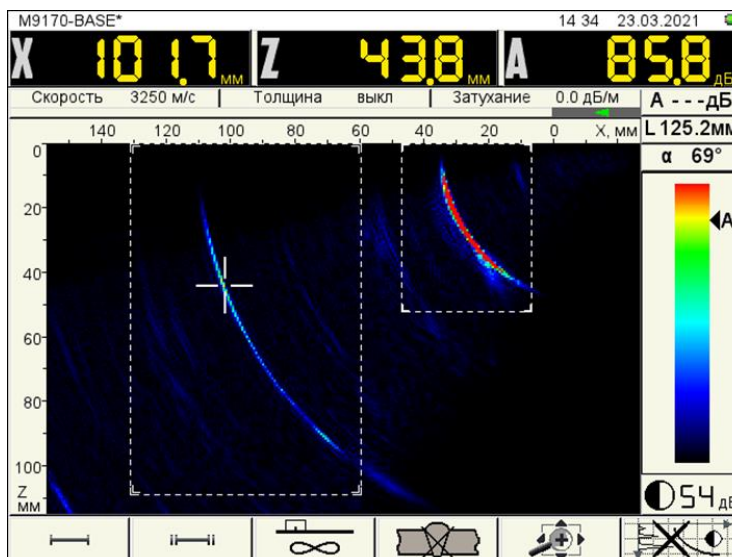


Рисунок 25 Измерение L1 и L2 в рабочем режиме

13.4.5. Снять показания пути по лучу L1- для первого образа и L2- для второго образа.

13.4.6.Вычислить разницу L3 по формуле

$$L_3 = \frac{2*(L_2 - L_1)}{3} \quad (2)$$

13.4.7.Выключить второй строб. Установить в параметре «Задержка» такое значение, при котором путь L1 (первый образ) будет равен L3.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

13.4.8. Изменить параметр «Скорость» до такого значения, при котором L1 будет равен 50,0 мм, а L2 = 125,0 мм.

13.5. Калибровка направляющего угла AP.

13.5.1. Направляющий угол – это угол между направлением на отражатель и нормалью к поверхности объекта контроля. Он проходит через центр апертуры антенной решётки и максимум амплитуды образа отражателя (Рисунок 33).

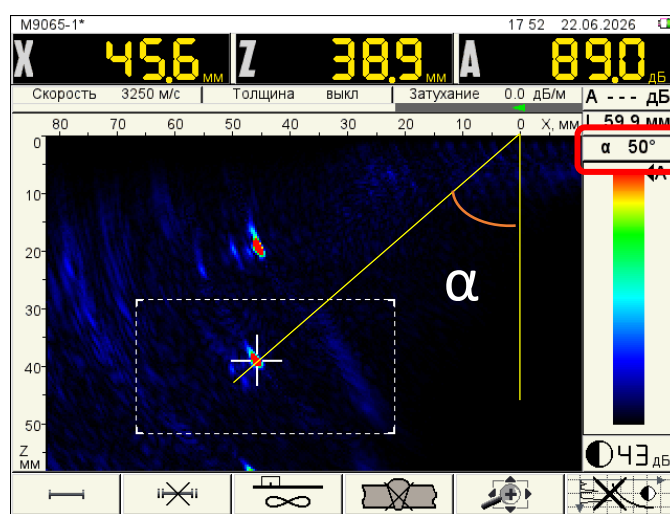


Рисунок 26 Направляющий угол α

13.5.2. Данная процедура проводится на мере СО-2. Процедура аналогична определению угла ввода для обычного ПЭП. Устанавливаем AP на СО-2 и находим максимум сигнала от отверстия $\varnothing$ 6,0 мм на глубине 44 мм.

13.5.3. Особенность антенных решеток заключается в том, что у них нет четко выраженного максимума сигнала.

13.5.4. Калибровка заключается в проверке, что максимум направляющего угла лежит в диапазоне углов от 50° до 55°, и в диапазоне углов от 45° до 60° амплитуда сигнала снижается не более чем на 2,0 дБ относительно максимума сигнала. Если проверка не выполняется, нужно заменить акустический модуль AP.

13.6. Настройка скорости ультразвука на объекте контроля

13.6.1. Настройка скорости ультразвука – это операция определения фактической скорости ультразвука, при которой будет проводиться контроль. Настройка проводится по настроенному образцу, если скорость в нём отличается не более чем на 1 % от скорости в объекте контроля. В противном случае настройка проводится на объекте контроля.

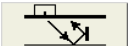
13.6.2. Для настройки потребуется фрезерованный торец образца или ОК (без скруглений) с прямыми углами. Перпендикулярность углов и торца нужно обязательно проверить угольником из комплекта ВИК.

13.6.3. Использование плоскости вертикального торца для калибровки скорости звука в



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

приборе основано на том, что образ торца на экране прибора должен быть также вертикальным и не иметь изломов при разных расстояниях между торцом и антенной решёткой.

13.6.4. Чтобы применить этот способ включим алгоритм реконструкции «Режим вертикальных трещин» нечетный алгоритм .

13.6.5. Поочерёдно установим антенную решётку в несколько положений на поверхности образца на разных расстояниях от торца. В каждом положении, поворачивая решётку вокруг вертикальной оси на небольшой угол, будем добиваться того, чтобы яркость образа торца была наибольшей.

13.6.6. Если в этих положениях антенной решётки образ торца будет выглядеть примерно так, как показано на Рисунок 27, то это значит, что скорость звука, установленная в приборе, не совпадает с фактической скоростью ультразвука в объекте контроля. Видно, что верхняя часть образа торца смещена вправо относительно центра нижней части образа торца.

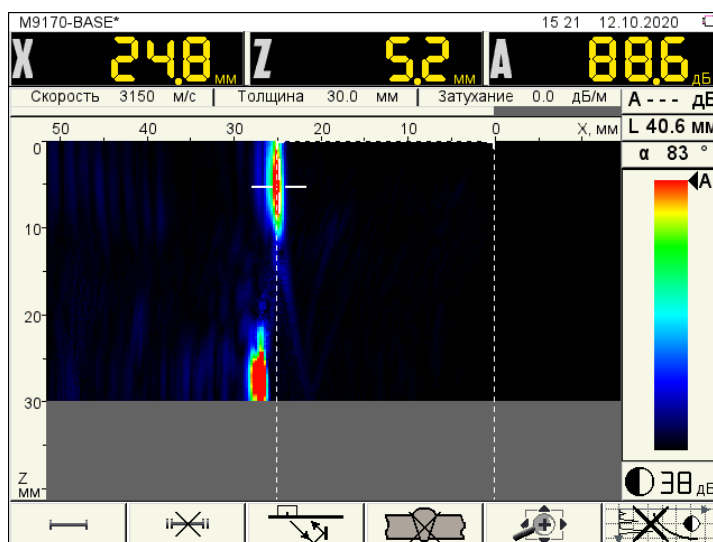


Рисунок 27 Образ торца при неправильной скорости ультразвука $C=3150$ м/с

13.6.7. Требуется в параметр «Скорость» установить такое значение, при котором образы верхней и нижней части торца будут точно друг над другом (Рисунок 28). Установленное в приборе значение скорости совпадает с фактической скоростью ультразвука в объекте контроля.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

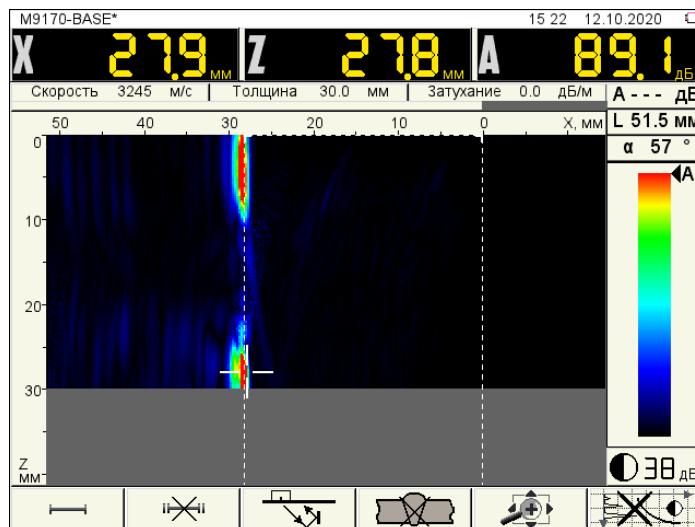


Рисунок 28 Образ торца при «правильной» скорости ультразвука $C=3245$ м/с

13.6.8. Для АР М9065 данная калибровка возможна на образцах толщиной не более 60 мм, для М9170 данная калибровка возможна на образцах толщиной не более 30 мм.

13.7. Настройка масштаба изображения и зоны контроля.

13.7.1. Для данной методики в дефектоскопе используется режим реконструкции «Полупространство» (Рисунок 29) и режим «Вертикальные трещины» (нечетный алгоритм) (Рисунок 30).

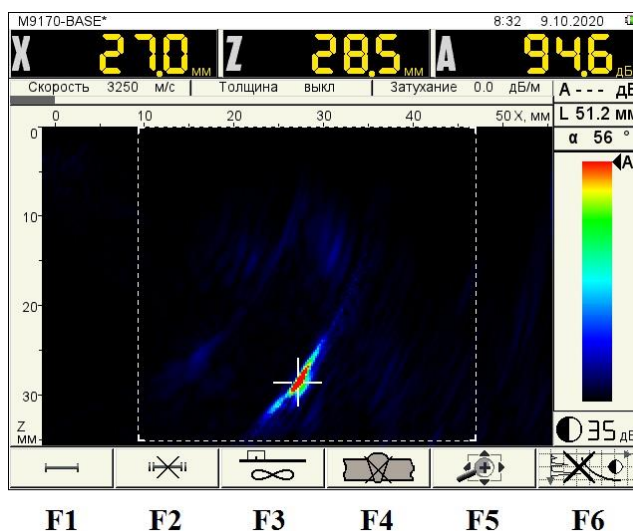


Рисунок 29 В-Скан. Режим реконструкции «Полупространство» ∞



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

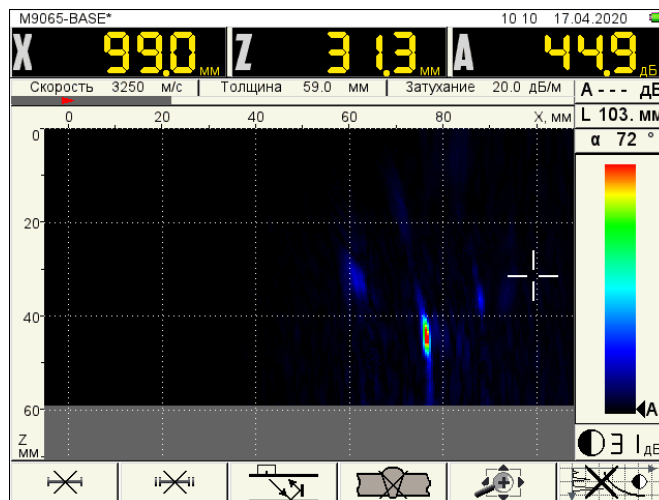
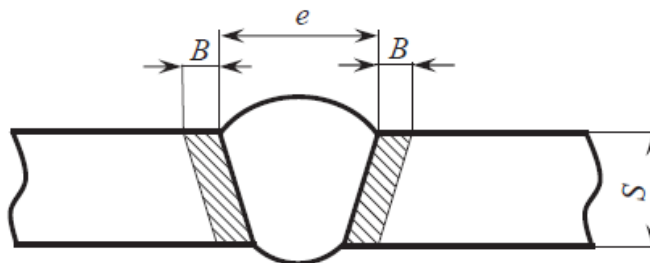


Рисунок 30 Режим реконструкции «Вертикальные трещины» (нечетный алгоритм)

- 13.7.2. Другие режимы реконструкции изображения с учетом отражения от стенок объекта контроля могут использоваться как дополнительные способы контроля. Порядок их проведения может быть оформлен как дополнительное приложение к настоящей методике.
- 13.7.3. Масштаб изображения и зона контроля устанавливается по двум координатам: по глубине – координата Z и по отступу от антенной решетки – координата X.
- 13.7.4. Масштаб изображения устанавливается таким образом, чтобы на экране зона контроля была полностью видна с некоторым запасом по краям (Рисунок 29). Зона контроля определяется границами первого строка.
- 13.7.5. Согласно (3.1.11) п.6.1.7 ширина оценочного участка кольцевого стыкового сварного соединения, выполненного дуговыми способами сварки, должна включать в себя всю ширину сварного шва и прилегающие к нему зоны (участки) основного металла труб в обе стороны от сварного шва. Эскиз сварного соединения приведен на Рисунок 31. Ширина оценочного участка В кольцевого сварного соединения приведена в Таблица 2



e – ширина сварного шва, мм; B – ширина зоны (участка) основного металла трубы, прилегающей к сварному шву, мм; S – номинальная толщина стенки трубы, мм

Рисунок 31 Эскиз сварного соединения



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

Таблица 2 Ширина оценочного участка В кольцевого стыкового сварного соединения

Номинальная толщина свариваемых элементов, S, мм	Разделка кромок	Ширина оценочного участка В, мм
$S \leq 5$	Стандартная	5
$5 < S \leq 20$	Стандартная	S
$20 < S$	Стандартная	20
$8 \leq S \leq 54$	Специальная	0,5 S, но не менее 10

13.7.6. Способ настройки зоны контроля на дефектоскопе зависит от способа сканирования сварного шва. Для настройки рекомендуется использовать калибровочный образец UCB 007 или любой другой образец с отражателями типа БЦО.

13.8. Режим реконструкции «Полупространство». Поперечно-продольного сканирования СС. Настройка зоны контроля и чувствительности

13.8.1. Настройка зоны контроля

13.8.1.1. Используется режим реконструкции «Полупространство». Шаг продольного смещения АР вдоль шва $h=1/2$ ширины АР. Сканирование ведется перемещением АР с одновременным поворотом вокруг вертикальной оси на $10-15^\circ$ (Рисунок 32).

Примечание – Данный способ сканирования рекомендуется использовать для контроля сварных швов без присутствия на экране образов ложных отражателей.

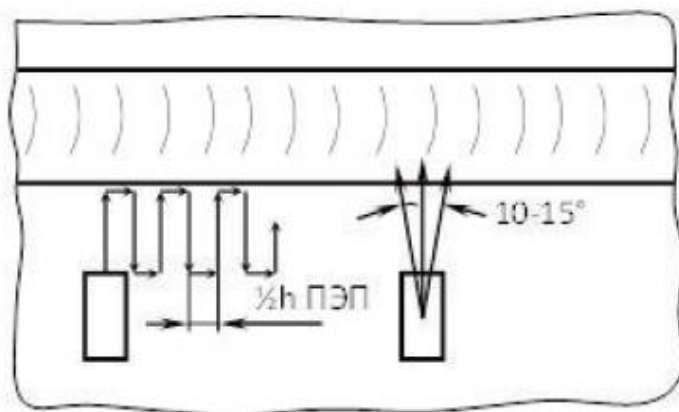


Рисунок 32 Схема поперечно-продольного сканирования

13.8.1.2. Зона контроля устанавливается с помощью установки границ первого строба. На В-скане требуется определить координаты четырёх границ первого строба: по оси отступов X1, X2 и по оси глубин Z1, Z2. Зона контроля должна охватывать область сварного соединения и ширину зоны основного металла трубы В, которая озвучивается прямым и однократно-отражённым лучом под оптимальным направляющим углом (Рисунок 34).



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

13.8.1.3. Для АР М9170, М9174, М9065, М9055 оптимальный направляющий угол $\alpha = 50^\circ$ (Рисунок 33).

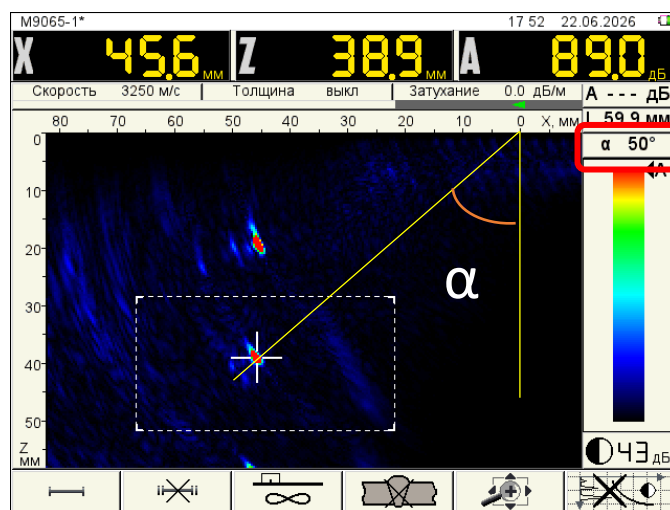


Рисунок 33 Направляющий угол α

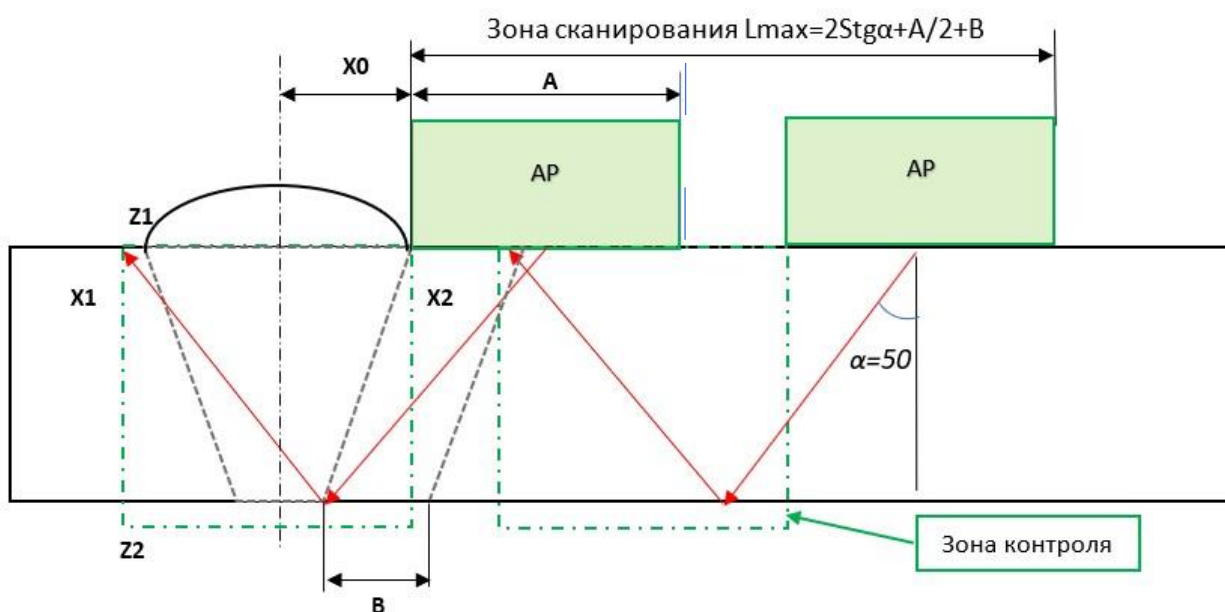


Рисунок 34 Зона контроля и зона сканирования (зачистки) при поперечно-продольном сканировании

13.8.1.4. Координата $X1$ по оси отступов (максимальное удаление границы зоны контроля от фронта АР) определяется по формуле

$$X1 = 2 \cdot S \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{A}{2} + 5, (3)$$

где S – толщина СС;

α – оптимальный направляющий угол;

A – размер активной апертуры для АР (для М9065 – 40 мм, для М9170 – 28 мм);



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

5 мм – запас на попадание всего образа дефекта в зону контроля.

Примечание – Данная формула верна, если ноль оси X установлен по умолчанию для наклонных AP – от фронта AP. Если ноль оси X установлен от середины AP, то вычитать член A/2 не нужно.

13.8.1.5. Координата X2 – устанавливаем от фронта AP, т. е. X2 = 0 мм.

13.8.1.6. Координата Z1 – контроль от поверхности, т. е. Z1 = 0 мм.

13.8.1.7. Координата Z2 – контроль прямым и однократно-отраженным лучом, т. е. зона контроля должна быть установлена на две глубины, Z2 = 2S+(3÷6) мм (запас на высоту валика усиления CC).

13.8.1.8. После установки указанных границ зона контроля на экране прибора В-Скан должен выглядеть следующим образом (Рисунок 35).

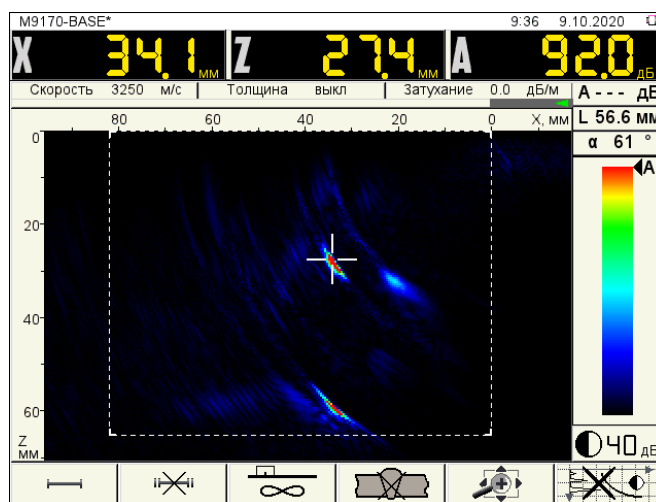


Рисунок 35 В-скан с образами двух прямых углов объекта контроля с установленной зоной контроля и оптимальным масштабом изображения

13.8.1.9. Для данного способа нужно определить зону сканирования AP поперёк шва и значение максимального удаления AP от ближнего края валика усиления CC- Lmax (Рисунок 34). Определяется по следующей формуле

$$L_{max}, \text{мм} = 2Stg\alpha + \frac{A}{2} + B + 50 \quad (4),$$

где

S – толщина CC, мм;

α – оптимальный направляющий угол;

A – размер активной апертуры для AP (для M9065 – 40 мм, для M9170 – 28 мм);

B – ширина зоны(участка)сварного шва, прилегающего к сварному шву, по Таблица 2;

50 мм-технологический запас.

13.8.1.10. Установка на экране дефектоскопа маски сварного шва для поперечно-



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

продольного сканирования не обязательно. Положение отражателя относительно маски сварного шва можно оценивать только при статичном положении АР. Для этого нужно установить в режиме редактирования маски СС действительные значения следующих параметров (Рисунок 36):

- Х0-отступ от АР до центра сварного шва;
- е- ширина верхнего валика;
- е1-ширина нижнего валика;
- е2-ширина корня шва (для Х-образной разделки).

Примечание – При перемещении АР поперек шва сигналы от отражателей будут смещаться, и положение маски СС будет неправильным.

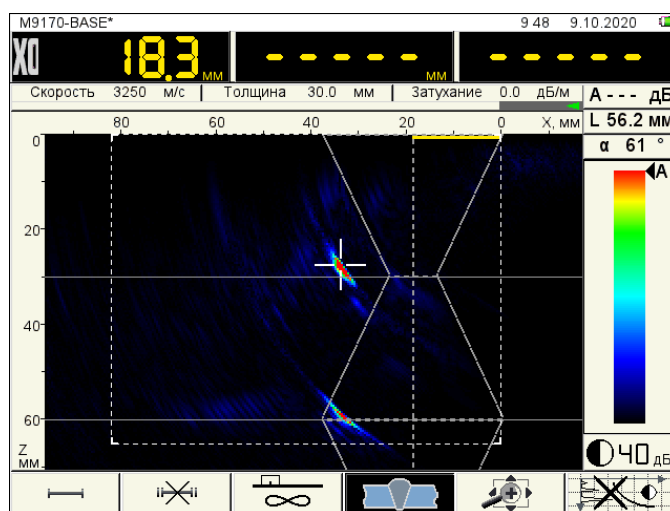


Рисунок 36 Вид В-Скана с маской сварного шва. Режим редактирования маски СС.

13.8.2. Проверка глубиномера

13.8.2.1. Производится на настроечных (калибровочных) образцах с известными координатами отражателей. Например, проверку можно сделать на образце UCS 007 на отражателях БЦО. Проверка производится как минимум на двух отражателях на разных координатах.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

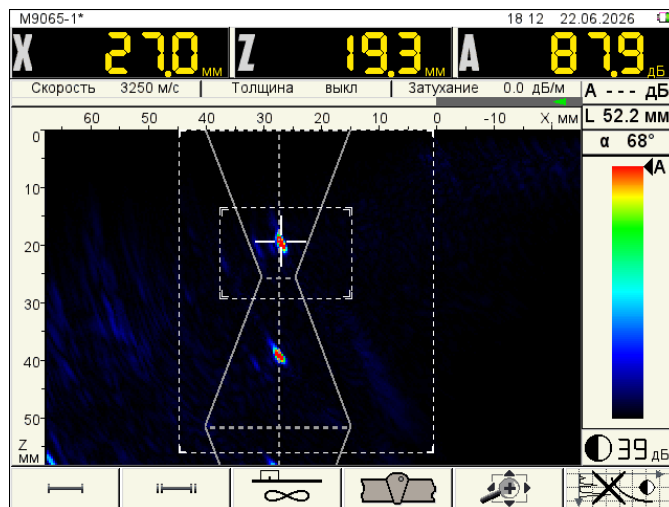


Рисунок 37 БЦО на глубине $Z=19,0$ мм и отступе $X=27,0$ мм

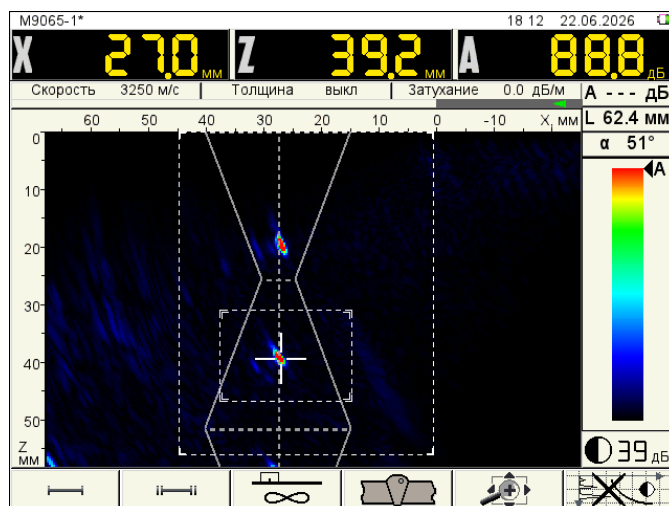


Рисунок 38 БЦО на глубине $Z=39,0$ мм и отступе $X=27,0$ мм

13.8.2.2. Абсолютная погрешность показаний глубиномера прибора должна быть не более $\pm 1,0$ мм. Если погрешность не укладывается в указанный диапазон, нужно проверить калибровку задержки в призме АР и правильность установленной скорости ультразвуковой волны.

13.8.3. Настройка чувствительности. Настройка аналоговой ВРЧ

13.8.3.1. Для настройки используется настроечный образец с БЦО и настроечный образец с ПДО или это может быть один универсальный образец, например настроечный образец UCS 007.

13.8.3.2. Выбираем в образце БЦО, которые находятся внутри зоны контроля на глубинах прямого и однократно-отраженного луча. Устанавливаем АР в позицию, при которой отражатель виден под направляющим углом $50-55^\circ$.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

13.8.3.3. Для толщин от 8 до 30 мм рекомендуется использовать как минимум три отражателя. Для толщин свыше 30 мм рекомендуется использовать 4–5 отражателей.

13.8.3.4. Начинаем с ближнего отражателя. Например, для СС толщиной 25,8 мм выбираем БЦО №1 на глубине 19,0 мм, направляющий угол 51° (Рисунок 39).

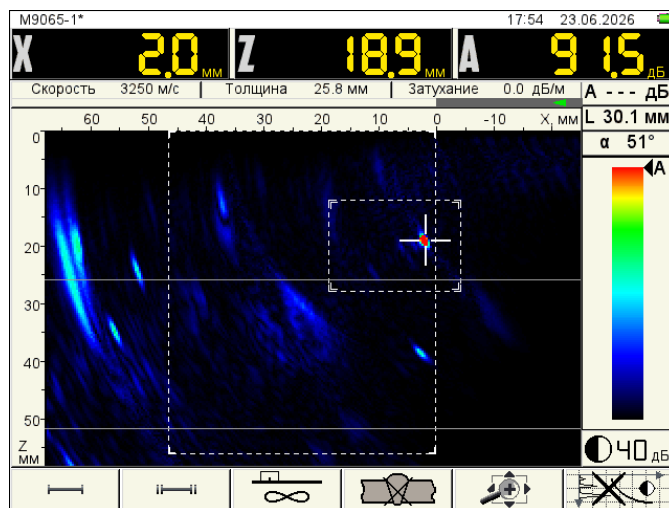


Рисунок 39 БЦО на глубине 19,0 мм, амплитуда 91,5 дБ

13.8.3.5. Запоминаем максимум сигнала в параметр «Опорный уровень».

M9065-4		17:54 23.06.2026
M9065-BASE	Скорость ультразвука, м/с	3250
M9060-BASE	Толщина, мм	25.8
M9170-BASE	Затухание, дБ/м	0.0
M9171-BASE	Метод оценки дефектов	► ПРЧ (А, дБ)
M9170-1	Опорный уровень, дБ	► 91.7
M9065-1	Поправка чувствительности, дБ	-0.0
M9065-2нсфТ	Поправка на шероховатость, дБ	0.0
M9065-test	Браковочный уровень, дБ	91.7
	└ Контрольный, дБ	-6
	└ Поисковый АСД, дБ	-12

Рисунок 40 Сохранение опорного уровня

13.8.3.6. В третьей закладке режима НАСТРОЙКА мы наблюдаем А-Скан, на котором виден сигнал от БЦО №1 на глубине 19,0 мм. Он находится по шкале времени на значении примерно 18 мкс. Устанавливаем данное значение в параметр «Задержка аналоговой ВРЧ».



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

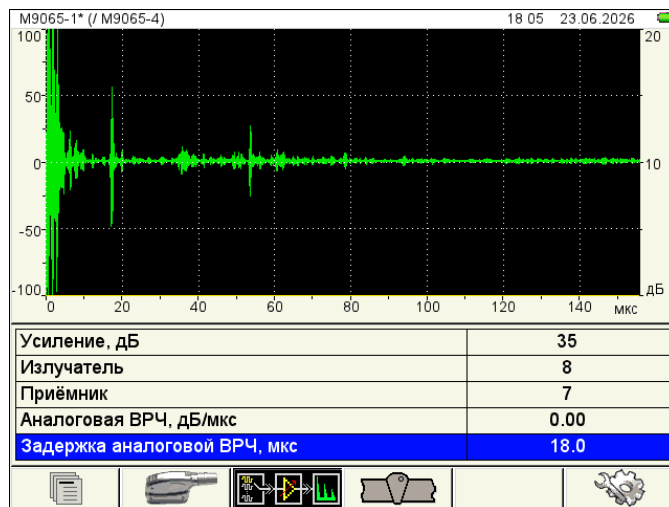


Рисунок 41

13.8.3.7. Переходим в рабочий режим. Теперь амплитуда сигнала от БЦО № 1 отсчитывается относительно опорного уровня 91,7 дБ и равняется 0,1 дБ.

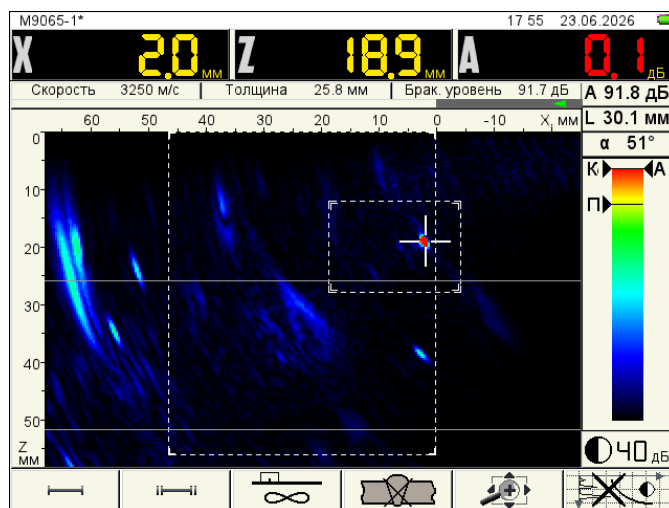


Рисунок 42 БЦО№1 после сохранения на ней опорного уровня

13.8.3.8. Находим позицию AP, при которой БЦО №2 находится в самой дальней точке зоны контроля под тем же направляющим углом 50–55°. Амплитуда его сигнала на 4,8 дБ ниже из-за расхождения и затухания ультразвукового пучка.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

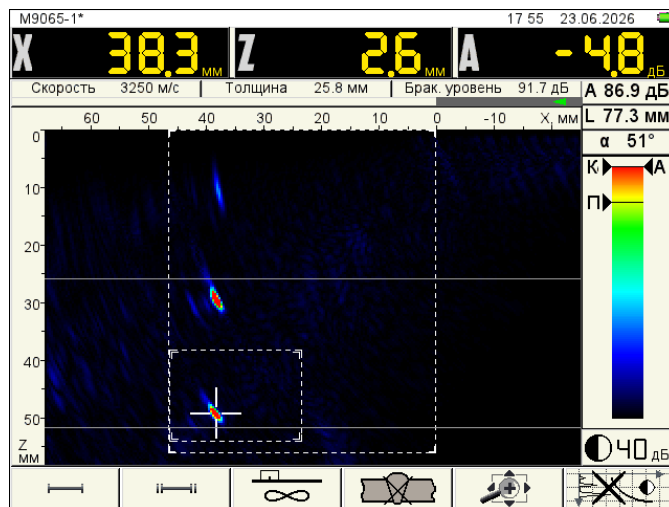


Рисунок 43 БЦОН№2

13.8.3.9. В режиме НАСТРОЙКА в третьей закладке устанавливаем такое значение в параметр «Аналоговая ВРЧ», при котором БЦО №1 и БЦО №2 будут иметь одинаковые амплитуды.

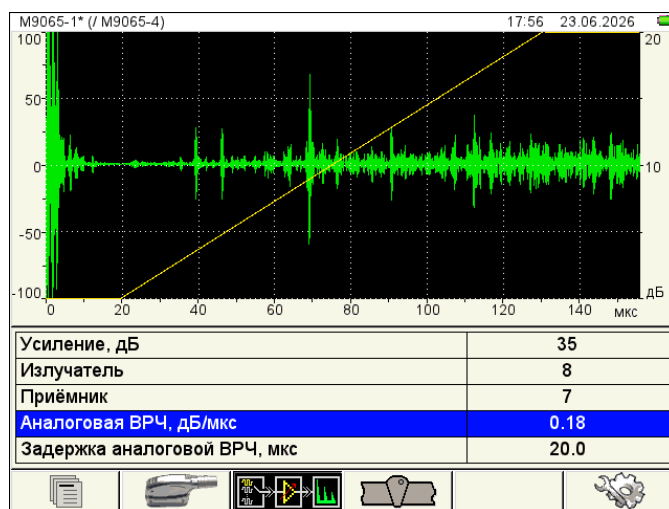


Рисунок 44 Установка параметра «Аналоговая ВРЧ»



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

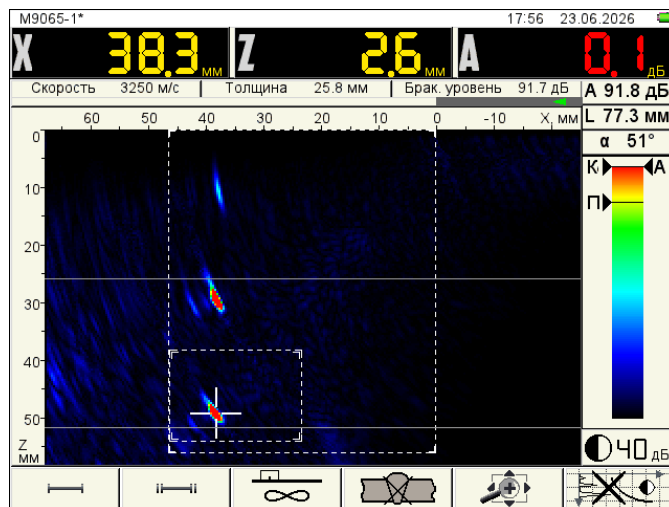


Рисунок 45 БЦО №2, амплитуда 0,1 дБ, равняется амплитуде от БЦО №1

13.8.3.10. Находим БЦО №3, которое находится между БЦО №1 и БЦО №2 под тем же направляющим углом и сравниваем амплитуды. Амплитуды от всех отражателей должны быть равны Опорному уровню с абсолютной погрешностью не более $\pm 2,0$ дБ.

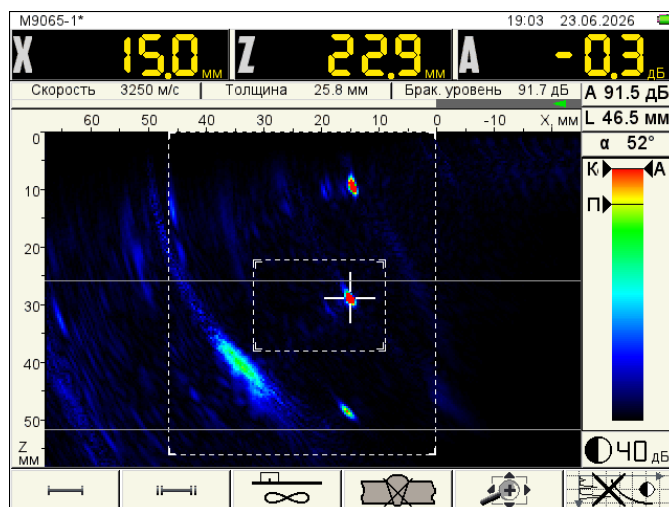


Рисунок 46 БЦО №3, амплитуда -0,3 дБ к опорному уровню

13.8.3.11. Нормы оценки качества кольцевых СС при проведении ультразвукового контроля с применением амплитудного критерия выражены в максимально допустимой эквивалентной площади дефекта (уровень браковки), то есть в площади ПДО. Например, по документу (3.1.11) Таблица 6.4, норма для толщины 25,8 мм, уровень качества В составляет 3,5 мм².

13.8.3.12. Для установки требуемого уровня браковки произведем следующие операции:

- найти максимум сигнала от ПДО №1 в настроенном образце;



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

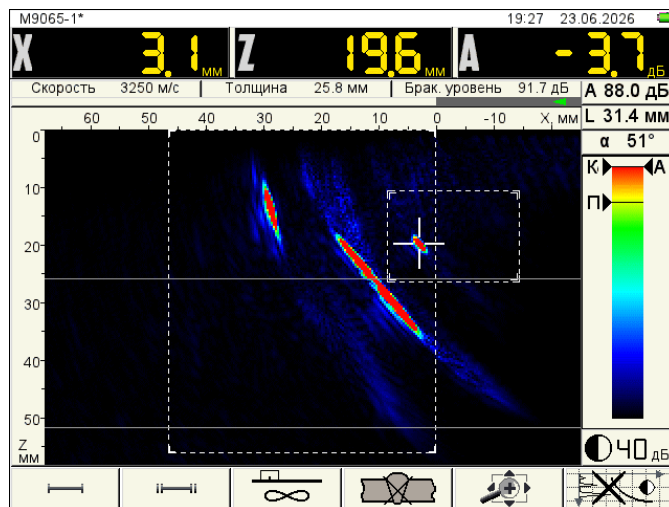


Рисунок 47 Сигнал от ПДОН№1

- б) сохранить амплитуду данного сигнала в параметре «Опорный уровень, дБ». Если эквивалентная площадь ПДО в настроечном образце не соответствует Таблице 6.4 документа (3.1.11), или шероховатость объекта контроля не соответствует шероховатости образца, то требуется установить поправки чувствительности расчетным или экспериментальным путем;
- в) расчет поправки чувствительности при разных размерах ПДО производится по следующей формуле:

$$\Delta A = 20 \log \left(\frac{S_0}{S_1} \right) (5),$$

где

S_0 – эквивалентная площадь по Таблица 6.4 документ (3.1.11)

S_1 – эквивалентная площадь ПДО в настроечном (калибровочном) образце

Примечание – Допускается применять данный расчет в случае, если полученное значение поправки $\Delta A \leq 12,0$ дБ.

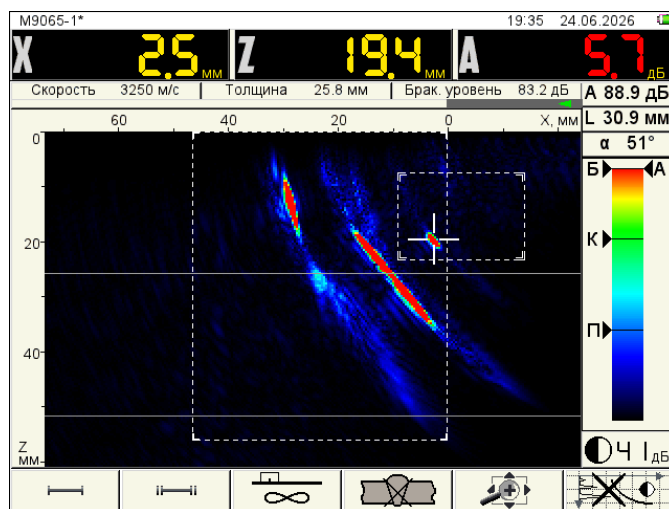
- г) например, в НО УСВ 007 диаметр ПДО равен 3,0 мм, $S_{\text{экв}} = 7,1 \text{ мм}^2$. Поправка чувствительности для перехода на чувствительность $3,5 \text{ мм}^2$ составит –6 дБ, данное значение устанавливаем в параметр «Поправка чувствительности, дБ»;

АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

M9065-4		7/19/2023 13:06:2026	
M9065-BASE		Скорость ультразвука, м/с	3250
M9060-BASE		Толщина, мм	25.8
M9170-BASE		Затухание, дБ/м	0.0
M9171-BASE			
		Метод оценки дефектов	► ПРЧ (А, дБ)
M9170-1		Опорный уровень, дБ	► 89.2
M9065-1	✓	Поправка чувствительности, дБ	-6.0
M9065-2нсффт		Поправка на шероховатость, дБ	0.0
M9065-test		Браковочный уровень, дБ	● 83.2
		└ Контрольный, дБ	● -6
		└ Поисковый АСД, дБ	● -12

Рисунок 48 Установка поправки чувствительности

д) установить рабочее значение контрастности изображения, таким образом, чтобы справа на шкале уровней чувствительности уровни Б (Браковочный), К (Контрольный), П (Поисковый) делили шкалу на визуально равные доли. Проверяем полученную настройку чувствительности по ПДО в образце УСВ 007. Сигналы от ПДО составляют +6 дБ к браковочному уровню 3,5 мм². Допускается абсолютная погрешность в сигналах до ±2,0 дБ.



Значение
Контрастности
изображения

Рисунок 49 ПДО №1 $A=+5,7$ дБ



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

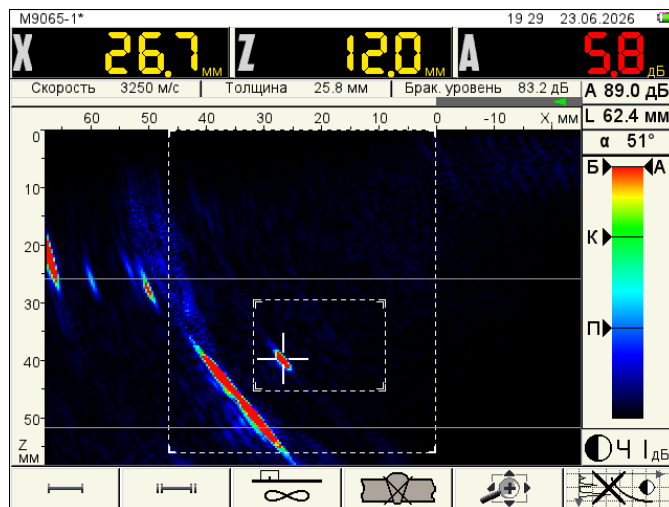


Рисунок 50 ПДО №2 A=5,8 дБ

13.9. Режим реконструкции «Полупространство». Способ продольного сканирования СС. Настройка зоны контроля и чувствительности

13.9.1. Настройка зоны контроля

13.9.1.1. Сканирование проводится вдоль СС с выбранным оптимальными отступами от центра СС и количеством проходов. Величина отступа и количество проходов зависит от толщины и геометрии СС.

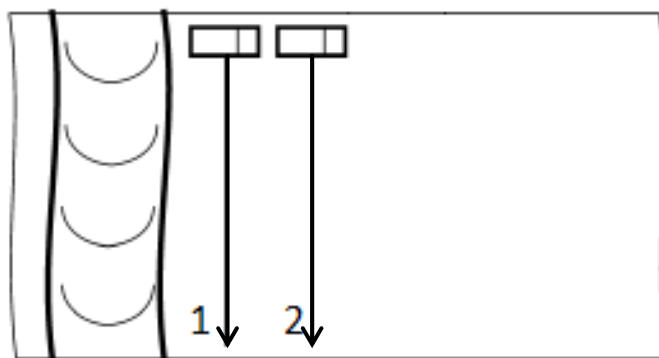


Рисунок 51 Способ продольного сканирования СС

Примечание – Данный способ сканирования рекомендуется использовать для контроля сварных швов с присутствием на экране образов ложных отражателей.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

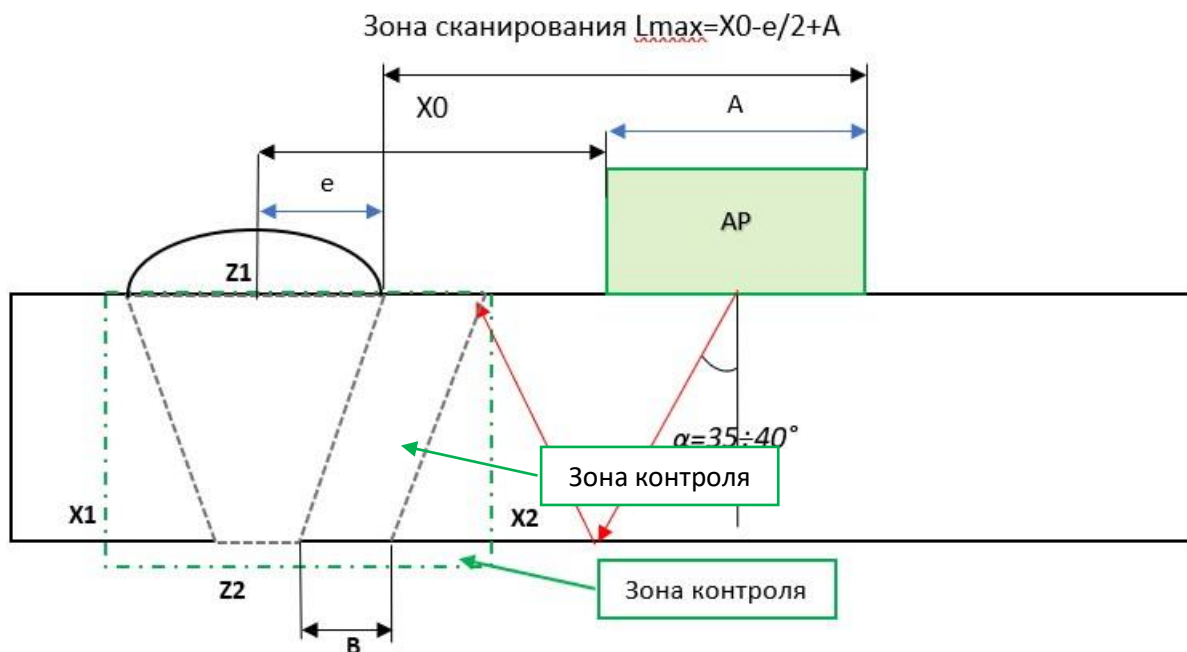


Рисунок 52 Зона контроля и Зона сканирования (зачистки) при продольном сканировании

13.9.1.2. Зона контроля и отступ AP относительно середины СС определяется экспериментальным путём и зависит от размеров сварного шва и размера оценочного участка B. Для установки зоны контроля и отступа установлен следующий порядок действий:

- Нарисовать маску сварного шва. Установить действительные значения верхнего валика e, нижнего валика e1 и размер корня шва e2 (для X-разделки).
- Установить координаты зоны контроля по глубине Z1 и Z2 для контроля прямым и однократно-отраженным лучом (Рисунок 53).

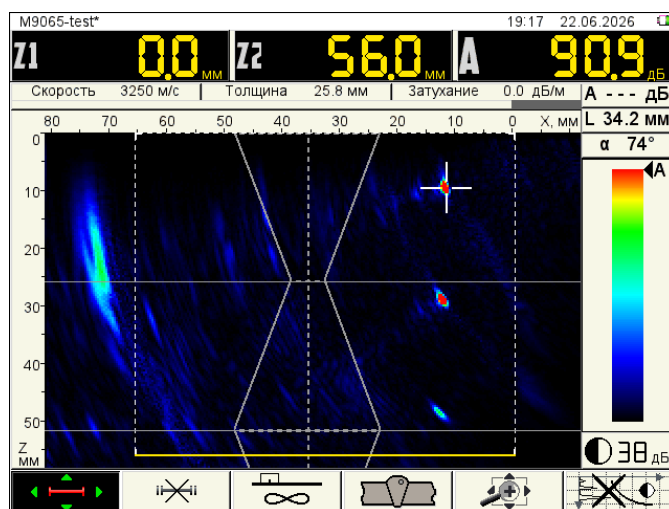


Рисунок 53 Установка Z1 и Z2



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- с) Найти отражатель на максимальной глубине зоны контроля и установить АР в позицию, при которой направляющий угол на него составляет $35\text{--}40^\circ$. Установить границу первого строга X2 в позицию при которой сигнал от отражателя находится внутри зоны контроля с некоторым запасом (Рисунок 54).

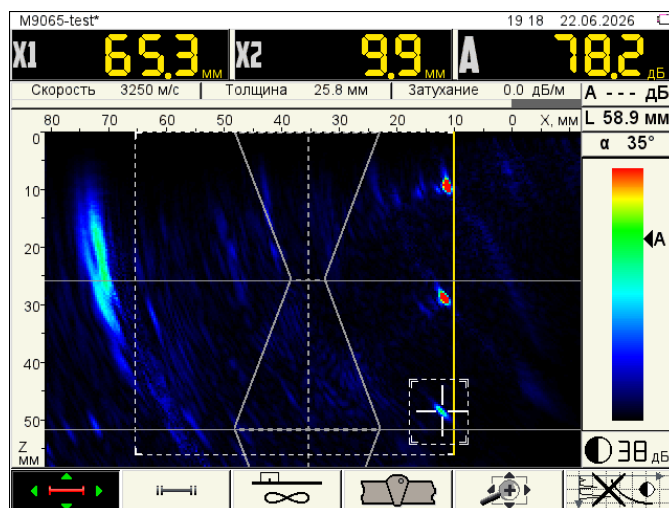


Рисунок 54 Установка границы X2 относительно самого глубокого отражателя в позиции $\alpha=35^\circ$.

- d) Установить отступ X0 в положение, при котором расстояние от X2 до ближнего края верхнего валика будет равно В – ширина зоны (участка) сварного шва, прилегающего к сварному шву, по Таблица 2.

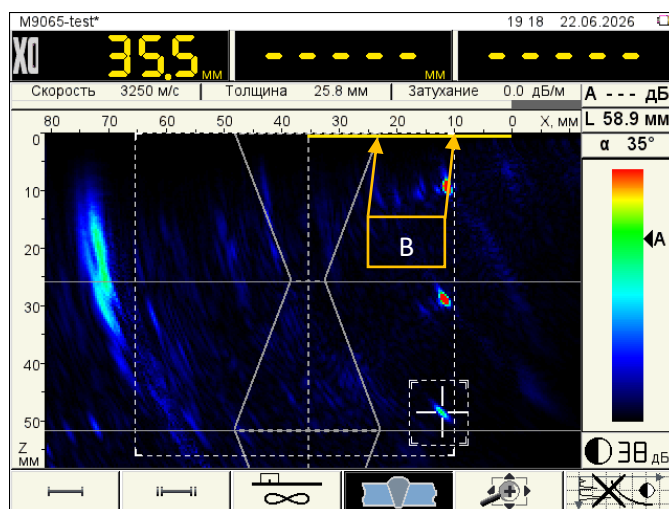


Рисунок 55 Установка отступа X0

- е) Установить границу X1 относительно левой границы верхнего валика усиления на расстоянии 5–10 мм от него (Рисунок 56).



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

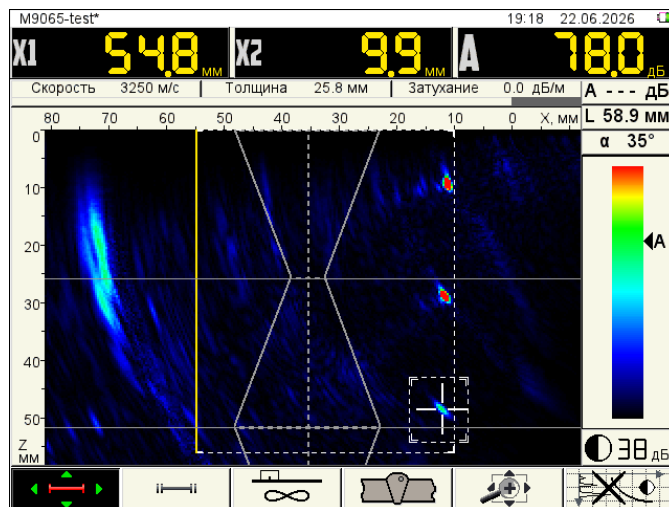


Рисунок 56 Установка X1 на расстоянии 5-10 мм от левой границы валика усиления СС

13.9.1.3. После установки зоны контроля нужно рассчитать зону сканирования и соответственно зону зачистки сварного соединения по формуле (Рисунок 52)

$$L_{\max}, \text{ мм} = X_0 - e/2 + A + 50 \quad (5),$$

где

X_0 – отступ от центра сварного шва до передней грани АР, мм;

e – ширина верхнего валика усиления, мм;

A – размер активной апертуры для АР (для М9065 – 40 мм, для М9170 – 28 мм);

50 мм – технологический запас.

13.9.1.4. Количество проходов определяется на этапе настройки чувствительности. Если удастся выровнять чувствительность с требуемой погрешностью $\pm 3,0$ дБ в полученной зоне контроля, то делается один проход. Если не удастся, то делается два прохода.

13.9.2. Проверка глубиномера

13.9.2.1. Производится на настроечных (калибровочных) образцах с известными координатами отражателей. Например, проверку можно сделать на образце УСВ 007 на отражателях БЦО. Проверка производится как минимум на двух отражателях на разных координатах.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

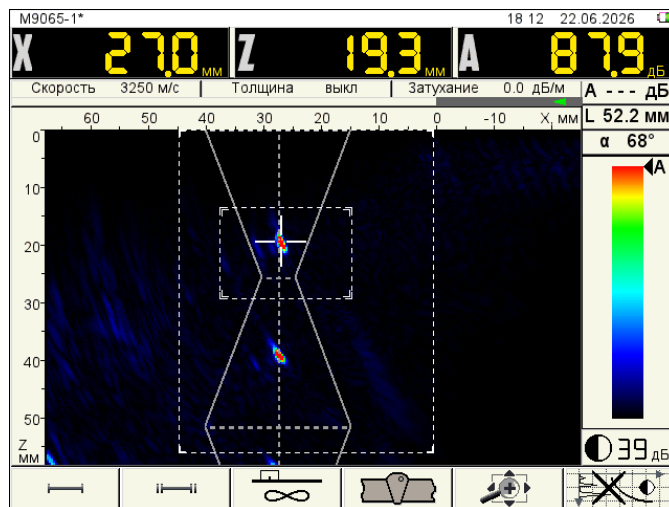


Рисунок 57 БЦО на глубине Z=19,0 мм и отступе X=27,0 мм

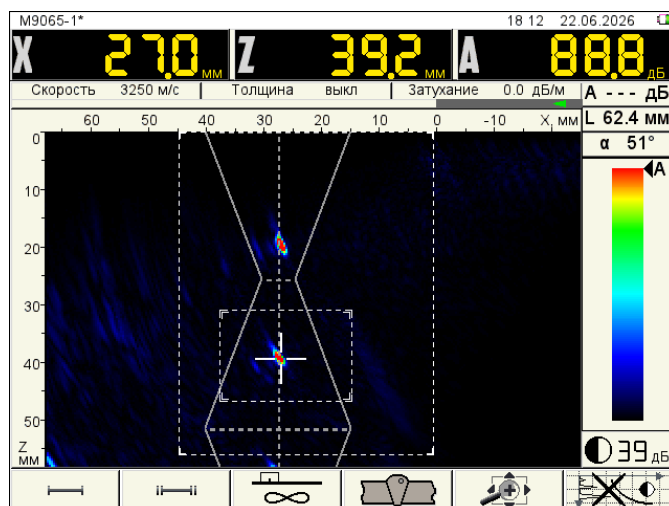


Рисунок 58 БЦО на глубине Z=39,0 мм и отступе X=27,0 мм

13.9.2.2. Абсолютная погрешность показаний прибора должна быть не более $\pm 1,0$ мм. Если погрешность не укладывается в указанный диапазон, нужно проверить калибровку задержки в призме AP и правильность установленной скорости ультразвуковой волны.

13.9.3. Настройка чувствительности. Настройка ПРЧ

13.9.3.1. Для настройки используется настроечный образец с БЦО и настроечный образец с ПДО или это может быть один универсальный образец, например образец UCS 007.

13.9.3.2. Для толщин СС от 8 до 20 мм включительно допускается использовать настроечные образцы с отражателями типа «зарубка». Для толщин более 20 мм используются образцы с БЦО и ПДО.

13.9.3.3. Выбираем БЦО, по которым будет производится настройка. Они должны быть равномерно распределены по глубине контроля. Для сохранения сигналов нужно



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

включить второй строб и сделать оптимальный размер строба, как показано на Рисунок 59.

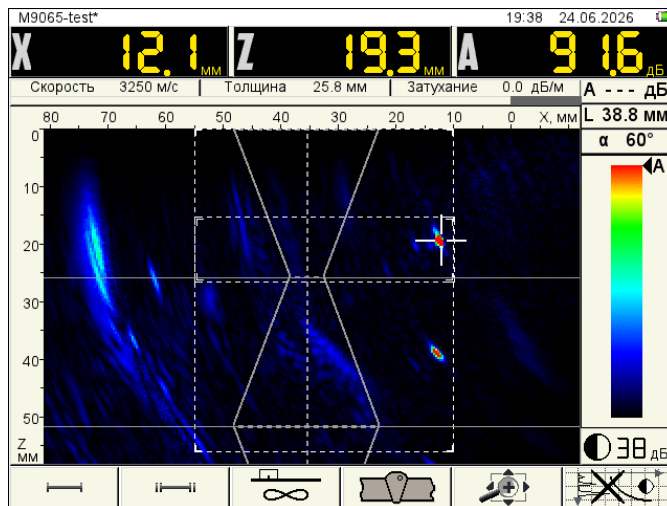


Рисунок 59 Вид экрана для настройки ПРЧ

13.9.3.4. В режиме настройки ПРЧ перемещаем АР, чтобы БЦО располагались по всей ширине зоны контроля равномерно и сохраняем сигналы с шагом 5-10 мм по ширине. Сохраняем настройку ПРЧ.

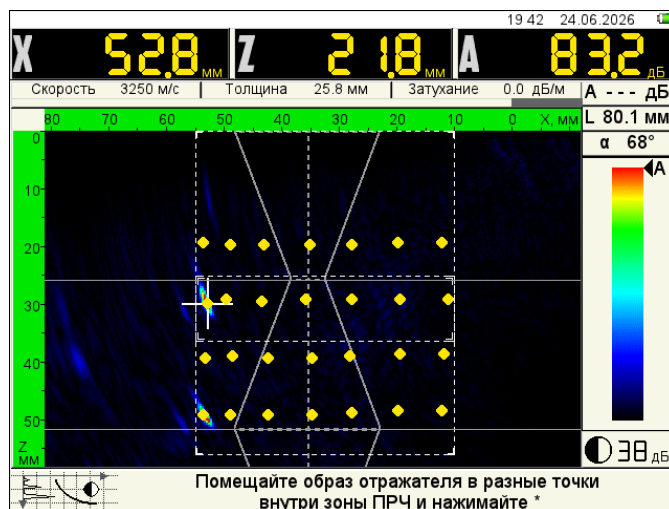


Рисунок 60 Режим настройки ПРЧ

13.9.3.5. После сохранения настройки ПРЧ выбираем отражатель со средним значением амплитуды сигнала и сохраняем его значение в параметр «Опорный уровень, дБ».



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

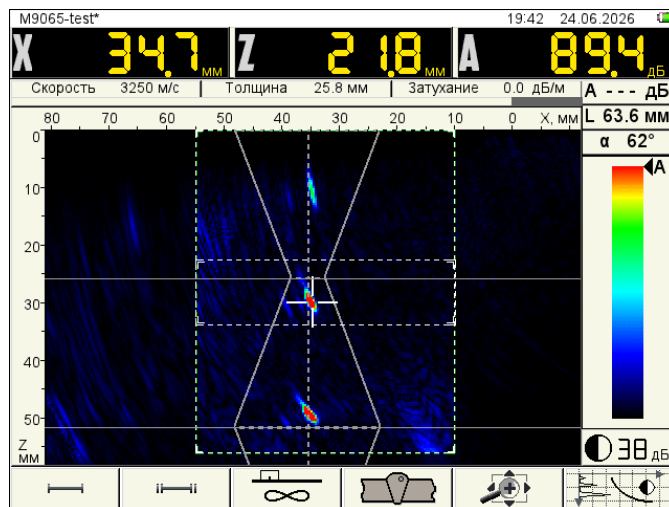
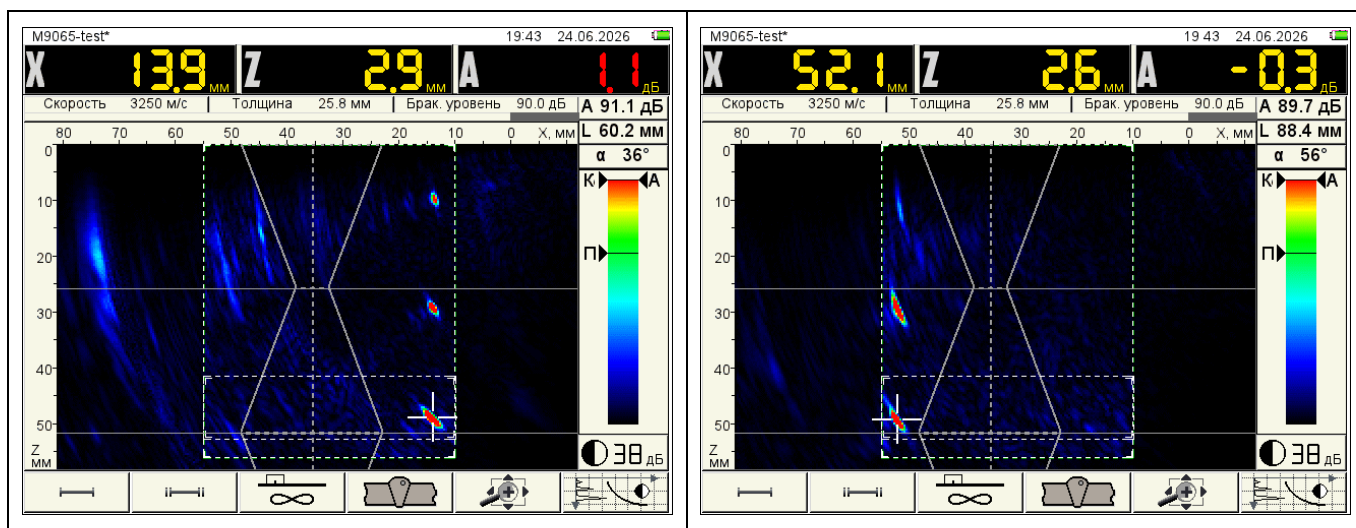


Рисунок 61 Выбор опорного отражателя для установки опорного уровня

13.9.3.6. Проверяем погрешность настройки ПРЧ. Если сигналы от БЦО в разных частях зоны контроля равняются опорному уровню с погрешностью не более $\pm 3,0$ дБ, то чувствительность считается выравненной и для контроля сварного шва достаточно одного прохода на выбранном отступе X0. Если это условие не выполняется, то нужно уменьшить зону контроля и определить два прохода на разных отступах X0.





АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

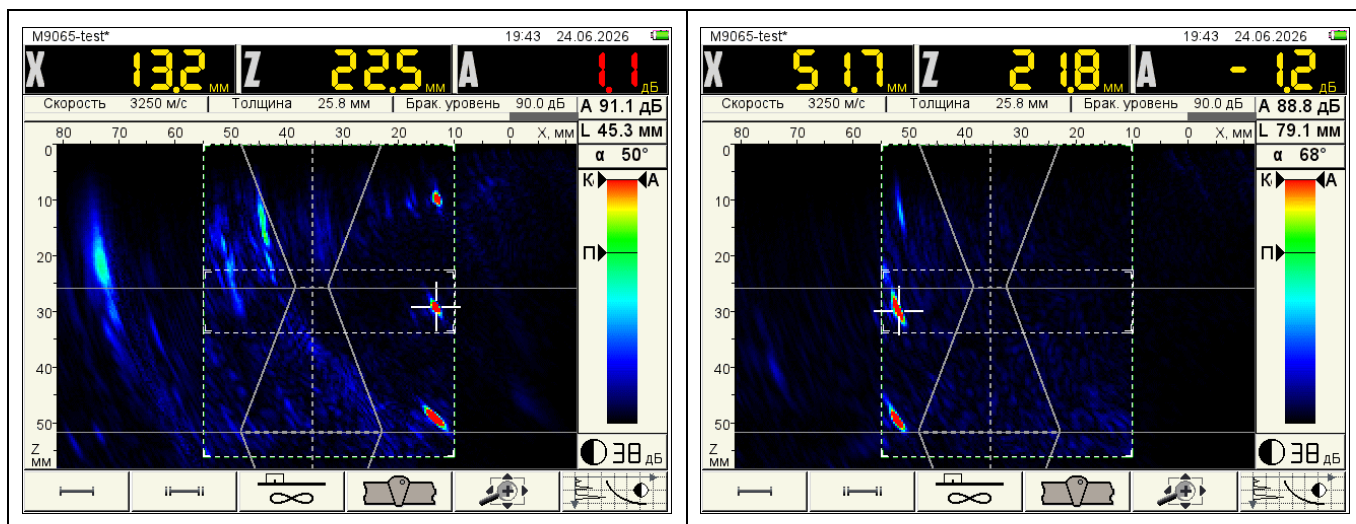


Рисунок 62 Проверка сигналов от БЦО относительно значения опорного (браковочного) уровня 90 дБ

13.9.3.7. Для установки требуемого уровня браковки произведем следующие операции (операции такие же, как и для способа №1):

- Найти максимум сигнала от ПДО №1 или ПДО №2 в настроенном (калибровочном) образце;

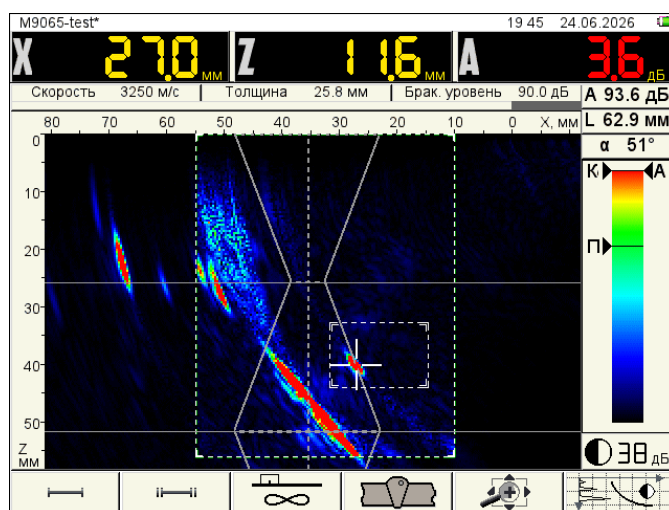


Рисунок 63 Сигнал от ПДО №2

- сохранить амплитуду сигнала от ПДО №1 или ПДО №2 в параметре «Опорный уровень, дБ». Если эквивалентная площадь ПДО в образце не соответствует Таблице 6.4 документа (3.1.11), или шероховатость объекта контроля не соответствует шероховатости образца, то требуется установить поправки чувствительности расчетным или экспериментальным путем;
- расчет поправки чувствительности при разной площади ПДО производится по следующей формуле

$$\Delta A = 20 \log \left(\frac{S_0}{S_1} \right) \quad (5),$$



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

где

S0 – эквивалентная площадь по Таблица 6.4 документ (3.1.11);

S1 – эквивалентная площадь ПДО в настроечном (калибровочном) образце.

Примечание – Допускается применять данный расчет в случае, если полученное значение поправки $\Delta A \leq 12,0$ дБ.

- d) например, опорный уровень от ПДО №2 ($S_{\text{экв}}=7,1 \text{ мм}^2$) составил 93,7 дБ, поправка чувствительности для перехода на уровень $3,5 \text{ мм}^2$ составляет –6 дБ, данное значение устанавливаем в параметр «Поправка чувствительности, дБ», уровню браковки равен Опорный уровень минус Поправка чувствительности – $93,7 - 6,0 = 87,7$ дБ;

/ M9065-4		19:45 24.06.2026
M9065-BASE	Скорость ультразвука, м/с	3250
M9060-BASE	Толщина, мм	25.8
M9170-BASE	Затухание, дБ/м	0.0
M9171-BASE		
M9170-1	Метод оценки дефектов	► ПРЧ (А, дБ)
M9065-1	Опорный уровень, дБ	► 93.7
M9065-2нсафт	Поправка чувствительности, дБ	-6.0
M9065-test	Поправка на шероховатость, дБ	0.0
	Браковочный уровень, дБ	● 87.7
	└ Контрольный, дБ	● -6
	└ Поисковый АСД, дБ	● -12

Рисунок 64 Установка поправки чувствительности

- е) установить рабочее значение контрастности изображения, таким образом, чтобы справа на шкале уровней чувствительности уровни Б (Браковочный), К (Контрольный), П (Поисковый) делили шкалу на визуально равные доли. Проверяем сигнал от ПДО №2, он должен равняться значению +6 дБ к уровню браковки.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

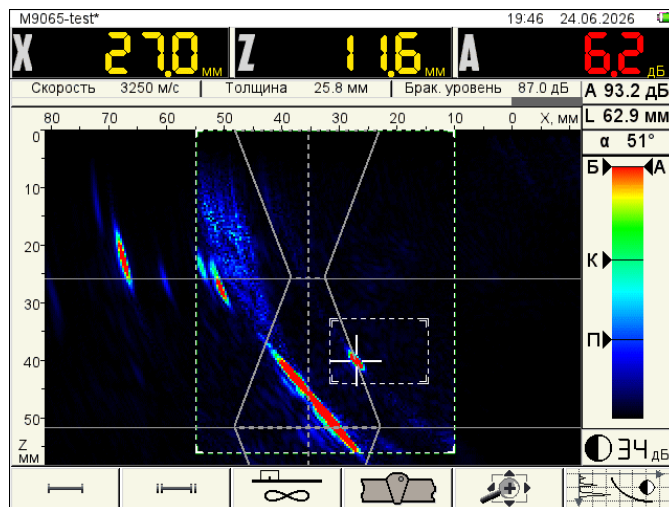


Рисунок 65 Сигнал от ПДО №2 +6,2 дБ с установленной поправкой –6 дБ. Рабочее значение контрастности 34 дБ.

13.10. Режим реконструкции «Вертикальные трещины». Способ продольного сканирования. Настройка зоны контроля и чувствительности

13.10.1. Настройка зоны контроля

13.10.1.1. Данный режим контроля предназначен для поиска плоскостных вертикально ориентированных дефектов в сварном соединении, и дефектов с ориентацией близкой к вертикальной.

13.10.1.2. Для настройки потребуется образец с ПДО, которое имеет вертикальную ориентацию или сделаны под небольшими углами (Рисунок 66).

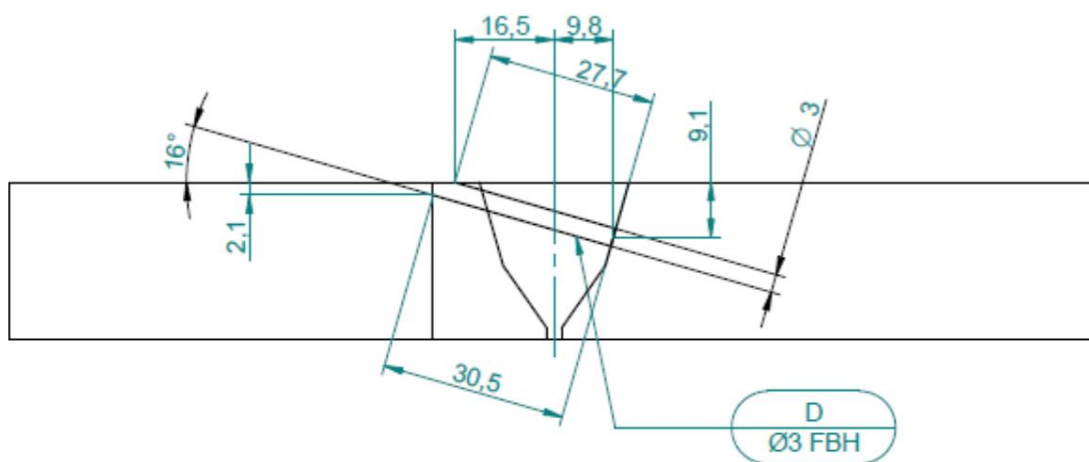


Рисунок 66 Пример НО с ПДО для настройки режима «Вертикальных трещин»

13.10.1.3. Для сварных соединений толщиной 30 мм, можно использовать настроечный образец UCS 007, положив его набок и найти максимум сигнала от ПДО Ø 3,0 мм, которое находится на глубине 15 мм.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

13.10.1.4. Нарисуйте маску сварного шва. Укажите правильные значения верхнего валика e , нижнего валика e_1 и размер корня шва e_2 (для X-разделки).

13.10.1.5. Совместите образ ПДО и ближнюю боковую границу сварного шва.

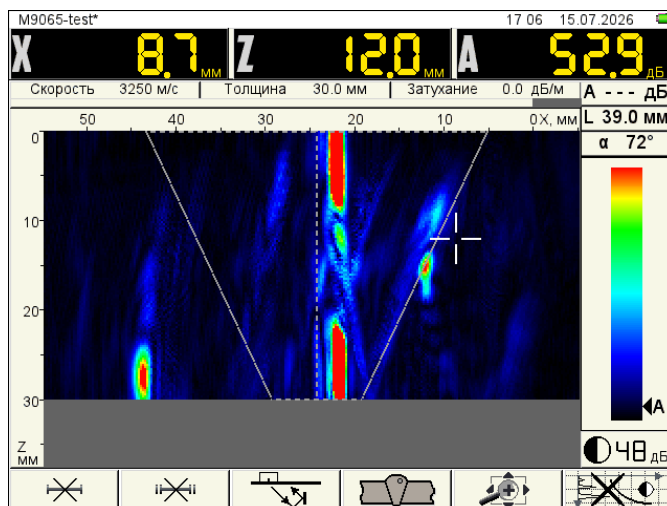


Рисунок 67 Образ ПДО $\varnothing 3,0$ мм в НО УСВ 007

13.10.1.6. Отступ для продольного сканирования определяется по значению X_0 в режиме конструктора сварного шва.

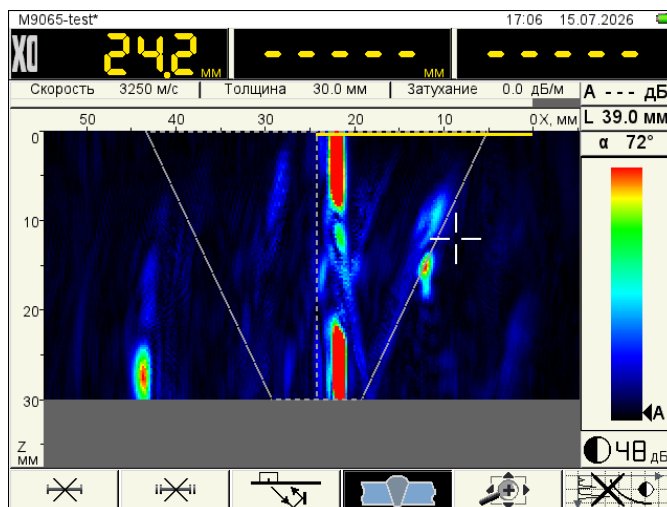


Рисунок 68 Определение отступа $X_0=24$ мм

13.10.1.7. Установите стробом 1 границы зоны контроля $Z_1=0$, $Z_2=30$ мм (толщина СС), $X_2=0$, от фронта АР, $X_1=27,4$ мм положение границы с захватом середины шва, но без захвата нижнего валика усиления.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

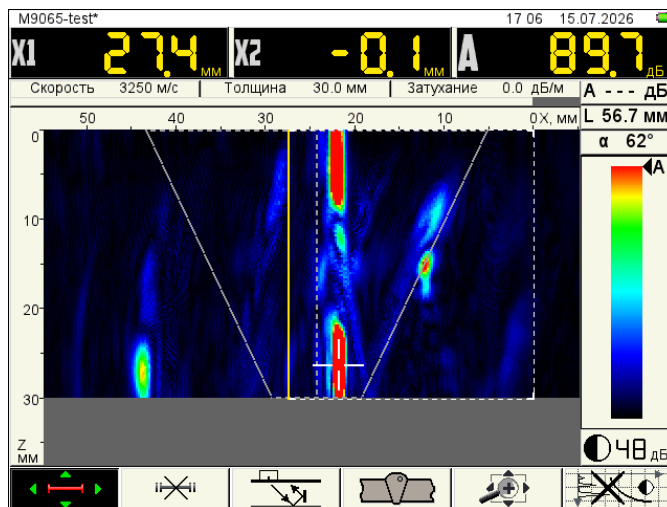


Рисунок 69 Установка зоны контроля

13.10.2. Настройка чувствительности

13.10.2.1. Для установки браковочного уровня находим максимум сигнала от ПДО и сохраняем в значении опорного уровня.

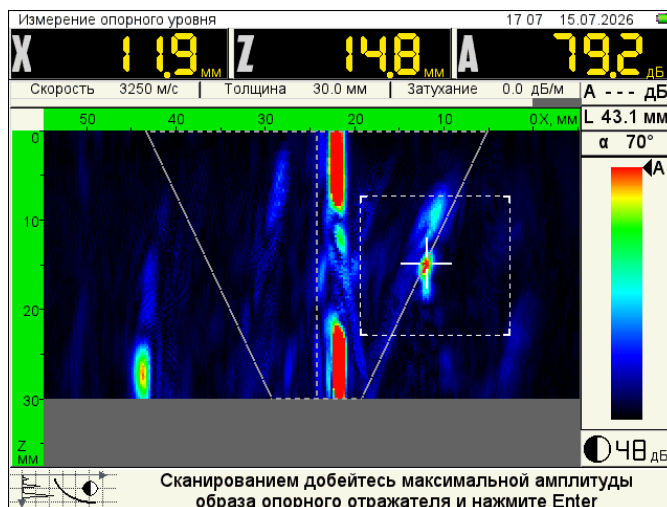


Рисунок 70 Сохранение опорного уровня

13.10.2.2. Установите рабочее значение контрастности изображения, таким образом, чтобы справа на шкале уровней чувствительности уровни Б (Браковочный), К (Контрольный), П (Поисковый) делили шкалу на визуально равные доли.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

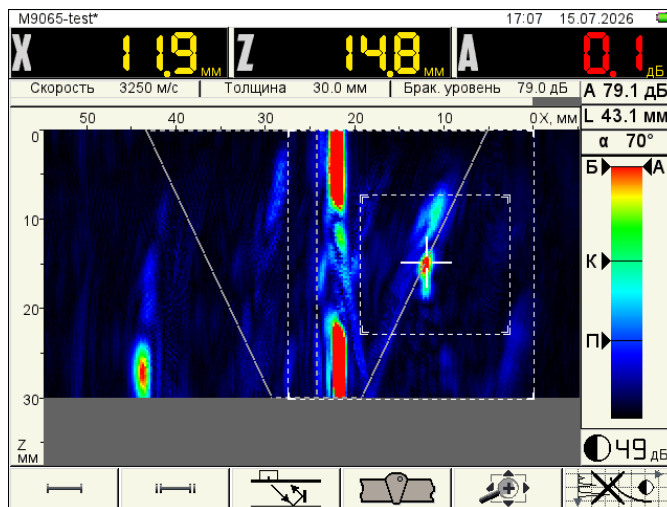


Рисунок 71 Установка рабочего значения контрастности изображения

13.11. Настройка АСД

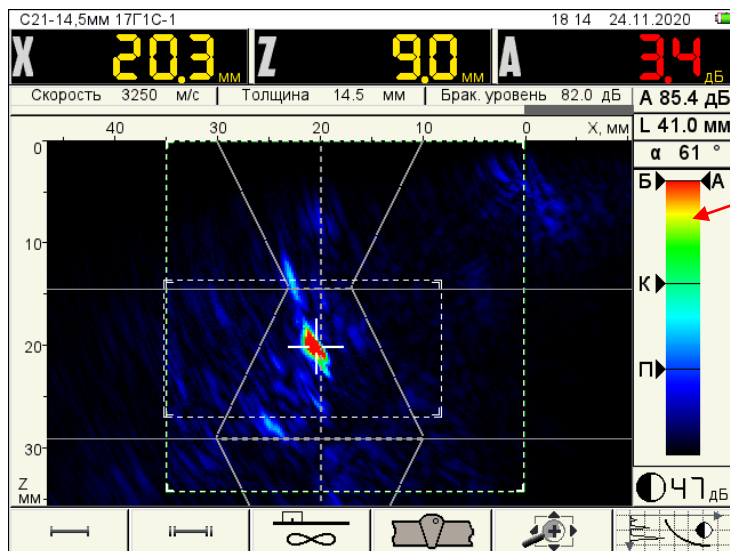
- 13.11.1. Тип срабатывания АСД нужно выбрать по максимуму сигнала в стробе.
- 13.11.2. Включить световую и звуковую сигнализацию дефектов.

14. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ

- 14.1. Перед контролем нужно убедиться, что в зонах сканирования нет мешающих факторов для перемещения АР.
- 14.2. С помощью образцов шероховатости проверить качество подготовки зон сканирования.
- 14.3. Нанести на поверхность контактную жидкость или подготовить систему автоматической подачи жидкости.
- 14.4. Если конструктивные особенности кольцевого стыкового сварного соединения при приварке к трубе деталей (например, фланцев, тройников, шаровых кранов, днищ (заглушек эллиптических), переходов, не позволяют осуществить двухсторонний ультразвуковой контроль, то допускается выполнять контроль с одной стороны (со стороны трубы) с повышением чувствительности контроля на 3 дБ.
- 14.5. Особенность сканирования антенными решетками заключается в том, что скорость её перемещения должна быть медленнее, чем скорость перемещения обычного ПЭП, и не должна быть больше 50–100 мм/с.
- 14.6. Поиск дефектов производится на экране дефектоскопа в режиме В-Скан. Если при сканировании на В-Скане появился образ или несколько образов в зоне контроля и сработала система АСД, нужно остановить сканирование в этой точке и найти максимум сигнала (Рисунок 72).



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ



А-маркер амплитуды сигнала
Б-браковочный уровень
К-контрольный уровень
П-поисковый уровень

Рисунок 72 Обнаружение дефекта. Образ отражателя с амплитудой выше контрольного и браковочного уровня на 3,4 дБ

14.7. При обнаружении отражателя с амплитудой эхо-сигнала, превышающей амплитуду от контрольного уровня, следует определить следующие его характеристики:

- максимальную амплитуду сигнала, дБ;
- глубину залегания отражателя Z, мм;
- расстояние от передней грани АР до проекции дефекта на наружную поверхность трубы X, мм;
- условную протяженность вдоль продольной оси сварного шва l , мм;
- координату (местоположение) на трубе Y, мм;
- суммарную условную протяженность дефектов на участке сварного шва длиной ΣD , мм.

14.8. Зафиксировав АР в положении максимум, нужно сохранить В-Скан в память дефектоскопа.

14.9. Координаты X и Z определяют по глубиномеру дефектоскопа (Рисунок 72).

14.10. Координату дефектов Y измеряют от нулевой точки (начало отсчета) вдоль шва:

- для протяженных дефектов (начало и окончание дефекта) на контрольном уровне чувствительности в крайних положениях ПЭП;
- для непротяженных дефектов на браковочном уровне чувствительности при положении ПЭП, соответствующем максимальной амплитуде эхо-сигнала от дефекта.

14.11. Условную протяженность l следует измерять на контрольном уровне чувствительности как расстояние между крайними положениями ПЭП при перемещении его вдоль оси шва. Схема определения условной протяженности дефекта l приведена на Рисунок 73.



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

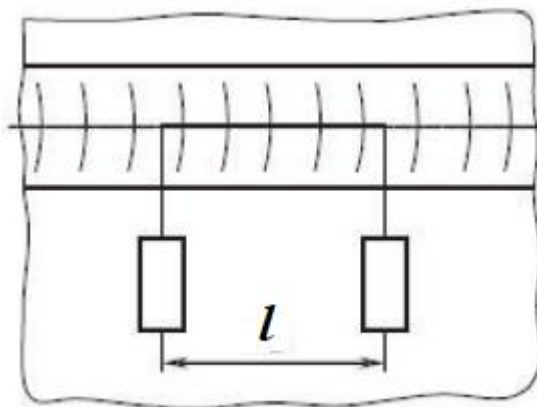


Рисунок 73 Схема определения условной протяженности дефекта ΔL

- 14.12. Если дефект обнаруживают прямым и однократно-отраженным лучами, то оценку l проводят по результатам контроля тем лучом, при котором получена максимальная амплитуда эхо-сигнала от дефекта Адеф.
- 14.13. Условное расстояние между двумя отдельными дефектами Δl определяют как расстояние между двумя ближайшими положениями ПЭП на контрольном уровне чувствительности. Схема определения условного расстояния между двумя отдельными дефектами Δl приведена на Рисунок 74.

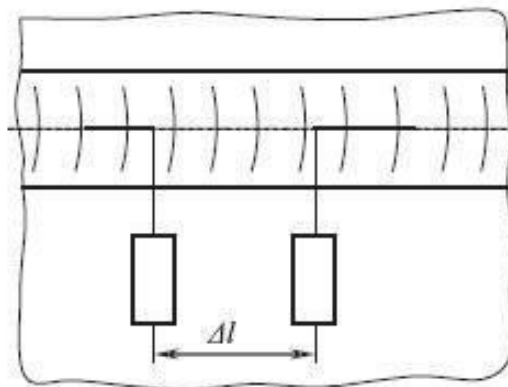


Рисунок 74 Схема определения условного расстояния между двумя отдельными дефектами Δl

- 14.14. Два соседних дефекта считаются как один объединенный дефект, если условное расстояние между дефектами Δl не превышает условной протяженности l наименьшего из них.
- 14.15. Признаком наличия дефекта типа «скопление» считают одновременное появление трех и более образов от различных дефектов, идущих с разных глубин при одном из положений ПЭП, перемещаемого вдоль или поперек шва.
- 14.16. Признаком наличия дефекта типа «цепочка» считают появление трех и более образов от различных дефектов, расположенных в линию и преимущественно идущих с одной



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

глубины при перемещении ПЭП вдоль шва, расстояние между которыми не превышает условной протяженности минимального дефекта.

- 14.17. При появлении в зоне контроля на экране дефектоскопа образов с амплитудой, равной или превышающей контрольный уровень чувствительности, следует убедиться, что источником эхо-сигнала является дефект, а не посторонний (ложный) отражатель.
- 14.18. Источниками ложных эхо-сигналов могут быть неровности усиления шва, провисы, конструктивные элементы, смещение кромок, разнотолщинность, конструктивный зазор, реверберационные шумы самого ПЭП и другие помехи.
- 14.19. Идентификационные признаки часто встречающихся на кольцевых СС ложных эхо-сигналов приведены на Рисунок 75 и Рисунок 76.

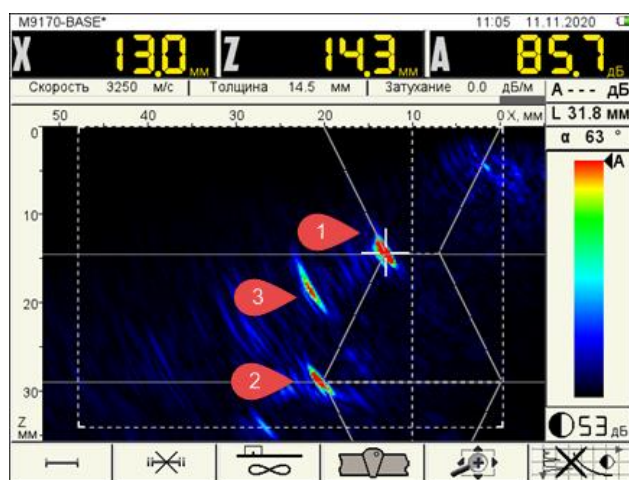


Рисунок 75 Типовые ложные отражатели на СС труб. Вариант 1:

1- сигнал от нижнего валика, 2- сигнал от верхнего валика, 3- сигнал переотражения от двух валиков с трансформацией волн TLLT

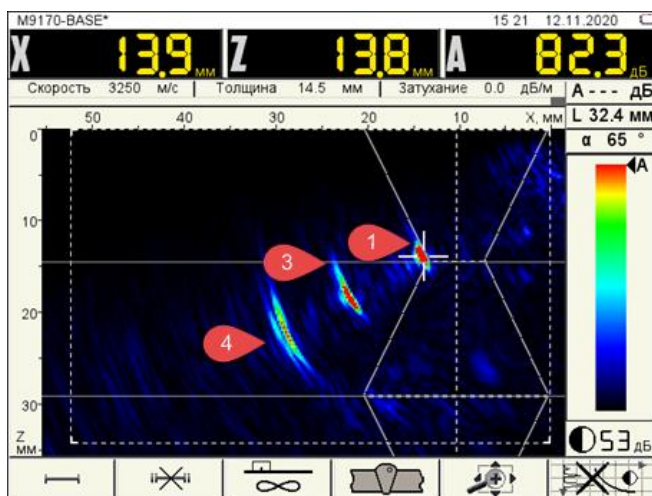


Рисунок 76 Типовые ложные отражатели на СС труб. Вариант 2:

1- сигнал от нижнего валика, 3- сигнал переотражения от двух валиков с трансформацией волн TLLT, 4- то же самое, только весь путь TLLLT



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

14.20. Отступ X сигнала 1 (нижний валик) всегда дальше середины СС относительно передней грани АР. Если установить АР на противоположную сторону СС в этом же месте, то ситуация будет симметричная и координаты отступа X не попадут в одну точку, а пересекутся.

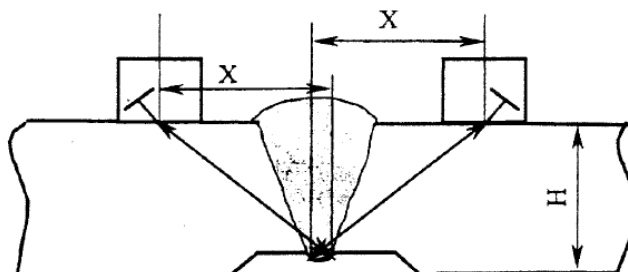


Рисунок 77 Определение ложных сигналов от обратного валика

14.21. Отступ X сигнала 2 (верхний валик) указывает на противоположный край верхнего валика СС. Также данный сигнал пальпируется. Сигналы 3, 4 пальпируются вместе с сигналом 2.

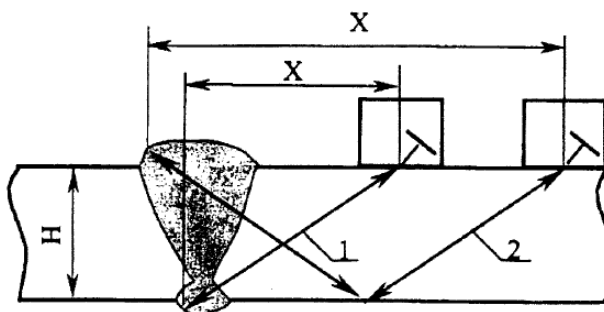


Рисунок 78 Определение ложного сигнала от верхнего валика

14.22. Примеры образов дефектов на В-Сканах приведены в ПРИЛОЖЕНИЕ А.

14.23. Проверка настройки контроля (чувствительности и других параметров) выполняется не реже чем через каждые 4 ч и по завершении контроля.

14.24. Если в процессе проверки параметров настроек обнаружены отклонения, следует провести их коррекцию. Коррекция чувствительности приведена в Таблица 3.

Таблица 3 Коррекция чувствительности

Изменение чувствительности	Настройка чувствительности
Отклонение чувствительности ≤ 3 дБ	Настройка должна быть скорректирована до возобновления контроля
Уменьшение чувствительности > 3 дБ	Настройка должна быть скорректирована, и весь контроль, выполненный на оборудовании за предыдущий период, должен быть повторен



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

Изменение чувствительности	Настройка чувствительности
Увеличение чувствительности > 3 дБ	Настройка должна быть скорректирована, и все зоны с зарегистрированными дефектами должны быть снова проконтролированы

14.25. Поперечно-продольное сканирование. Режим реконструкции «Полупространство».

14.25.1. Типовые схемы контроля антенными решетками при данном методе сканирования полностью идентичны схемам контроля эхо-методом одноэлементными ПЭП и соответствуют документу (3.1.12) пункты 7.1.4-7.1.8.

14.25.2. Шаг поперечного смещения АР должен быть не более $\frac{1}{2}$ ширины АР.

14.26. Продольное сканирование. Режим реконструкции «Полупространство», «Режим вертикальных трещин».

14.26.1. Схема контроля должна быть выбрана с учетом обеспечения прозвучивания всего объема сварного шва и околошовной зоны с двух сторон или при отсутствии доступа с двух сторон – с одной стороны (в этом случае чувствительность увеличивается на 3 дБ). Типовые схемы контроля приведены на Рисунок 79, Рисунок 80, Рисунок 81.

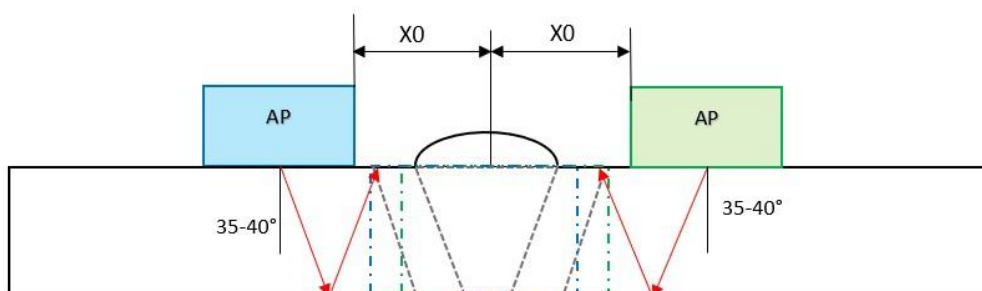


Рисунок 79 Типовая схема контроля стыкового СС с внешней стороны. Метод продольного сканирования

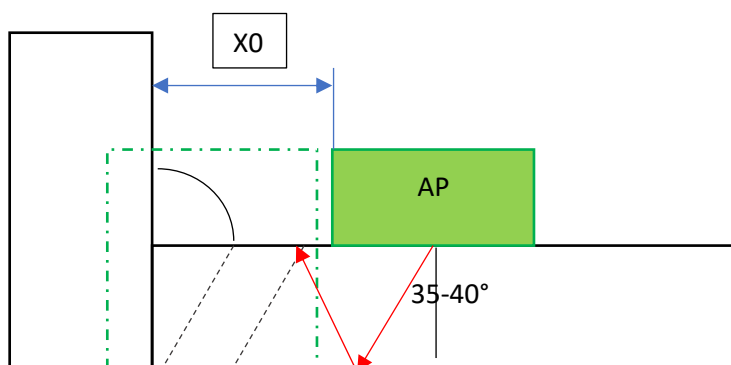


Рисунок 80 Типовая схема контроля углового СС. Метод продольного сканирования



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

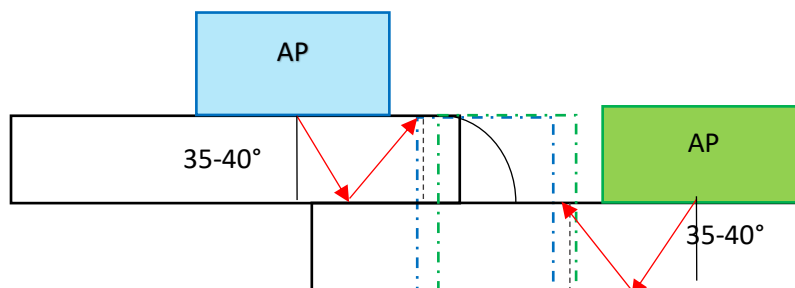


Рисунок 81 Типовая схема контроля нахлесточного СС. Метод продольного сканирования

14.26.2. Продольное сканирование может производиться вручную с установленным отступом X_0 при настройке дефектоскопа. Для данного вида сканирования рекомендуется наносить линию движения АР непосредственно на ОК или использовать приспособления для движения АР на расстоянии X_0 , например можно использовать магнитные ленты, мерные пояса.

14.26.3. Продольное сканирование может производиться с присоединенным к АР датчиком пути (энкодером) и производится запись сканограммы.

14.27. Продольное сканирование с применением ручных сканеров. Режим реконструкции «Полупространство». «Режим вертикальных трещин»

14.27.1. Продольное сканирование производится с использованием вспомогательных ручных сканеров на магнитных колёсах и созданием сканограммы сварного шва. Антенная решетка может перемещаться, например с помощью сканера MS150 TuScan. Сканер может применяться без подачи контактной жидкости, так и с автоматической подачей контактной жидкости.

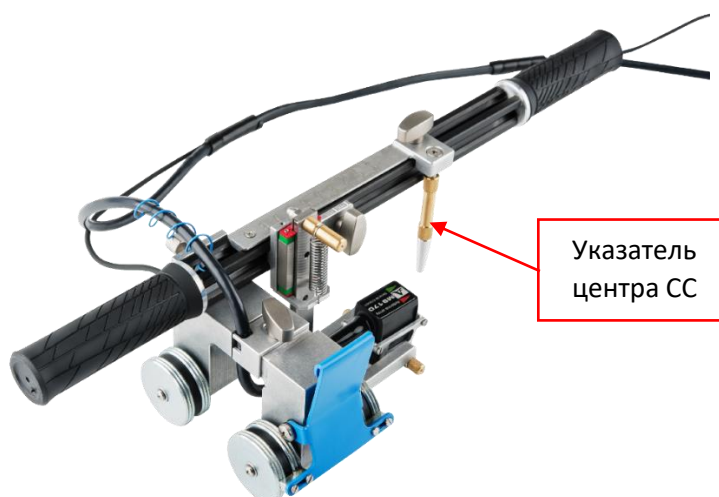


Рисунок 82 Сканер MS150 TuScan

14.27.2. В этом случае контроль разделен на две части:

- сканирование сварного соединения;
- анализ сканограммы в специальной программе IntroView Metal 8.0 (3.1.14).

14.27.3. Шаг сканирования зависит от толщины СС:



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- для толщин от 8 до 10 мм шаг не более 1,0 мм
- для толщин от 10 до 54 мм шаг не более 2,0 мм

14.27.4. Перед сканированием сканер должен быть откалиброван. Абсолютная погрешность оценки координаты дефекта вдоль сварного шва не более 10 мм.

14.27.5. Сканирование СС рекомендуется производить звеном из двух дефектоскопистов. Первый дефектоскопист производит равномерное перемещение сканера вдоль шва, следит за тем, чтобы указатель центра СС все время находился над центром СС. Допускается смещение указателя центра СС не более $\pm 5,0$ мм относительно центра СС.

14.27.6. Второй дефектоскопист следит за построением сканограммы и сообщает первому о дефектах записи: пропусках записи или нарушении акустического контакта. Пропуски записи присутствуют на сканограмме в виде четких вертикальных черных полос (Рисунок 83). Это значит, что скорость перемещения сканера велика и её нужно снизить или увеличить шаг сканирования, но не более значений, которые указаны в п. 14.27.3. Нарушение (ослабление) акустического контакта контролируется визуально и наблюдается в виде ослабления шума и ослабление контрастности образов различных отражателей на сканограмме. При появлении дефектов записи первый дефектоскопист останавливает сканирование и возвращает сканер назад к местоположению дефекта и затем повторяет сканирование с этого места. При этом сканограмма автоматически перезаписывается.

14.27.7. На сканограмме допускаются пропуски записи в размере не более 5 % длины сканограммы, но не допускается, чтобы два или более пропусков были рядом.

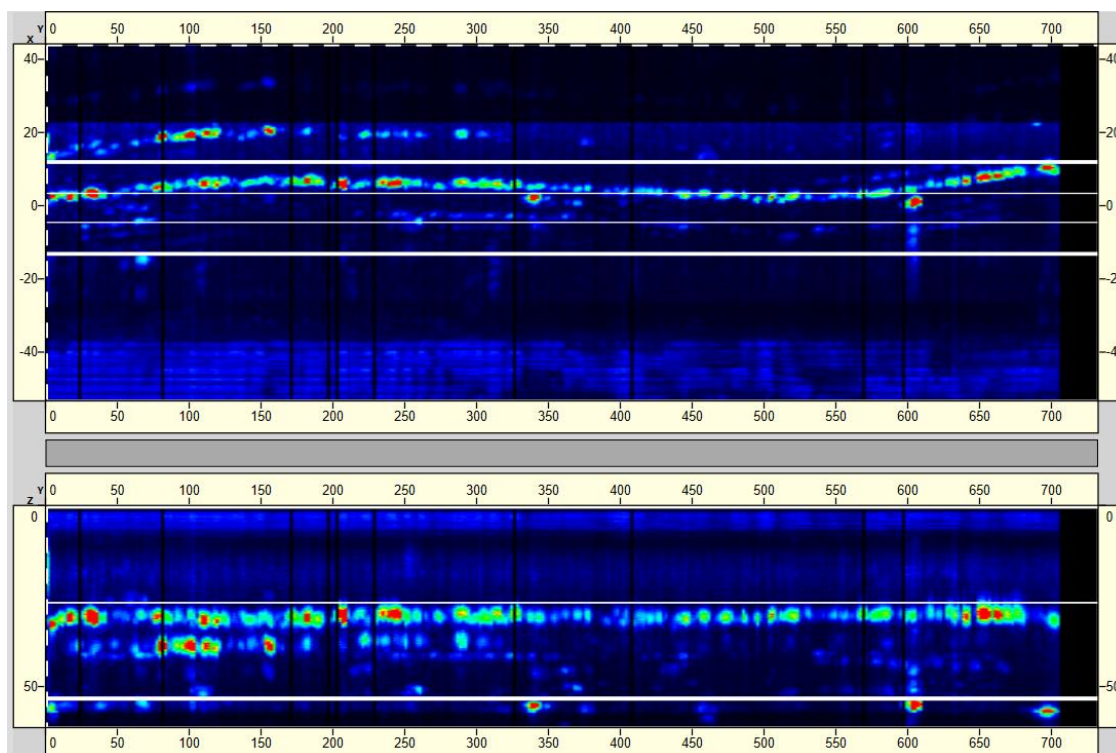


Рисунок 83 Пример сканограммы с пропусками записи (черные вертикальные полосы).



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

14.27.8.Методика расшифровки и анализа сканограмм рассмотрена в документе (3.1.14).

15. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

15.1. Нормы оценки качества кольцевых стыковых сварных соединений должны приниматься:

- по номинальной толщине стенки для свариваемых элементов одинаковой толщины;
- по номинальной толщине более тонкой стенки для свариваемых элементов различной толщины.

15.2. Оценка качества сварных соединений выполняется по амплитудному критерию.

15.3. Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений трубопроводов, с применением амплитудного критерия при проведении УЗК, с учетом уровней качества «А», «В» и «С», приведены в Таблица 4, Таблица 5, Таблица 6.

Таблица 4 Нормы оценки качества кольцевых сварных соединений при проведении ультразвукового контроля с применением амплитудного критерия оценки качества

Номинальная толщина стенки контролируемого соединения S , мм	Максимальная допустимая эквивалентная площадь дефекта, $S_{\text{брак}}$, мм ²		
	Уровень качества «А»	Уровень качества «В»	Уровень качества «С»
$8,0 \leq S < 12,0$	1,05	1,5	
$12,0 \leq S < 15,0$	1,4	2,0	
$15,0 \leq S < 20,0$	1,75	2,5	
$20,0 \leq S < 26,0$	2,5	3,5	
$26,0 \leq S < 40,0$	3,5	5,0	
$40,0 \leq S < 54,0$	5,0	7,0	

Таблица 5 Критерии классификации непротяженных дефектов, выявленных при проведении ультразвукового контроля.

Номинальная толщина стенки контролируемого соединения, S , мм	Максимальная условная протяженность одиночного непротяженного дефекта l мм
$6,0 < S \leq 9,0$	7
$9,0 < S \leq 12,0$	10
$12,0 < S \leq 15,0$	12
$15,0 < S$	15



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

Таблица 6 Допустимая длина дефектов Σ_d , выявляемых при проведении ультразвукового контроля с применением амплитудного критерия оценки качества

Наименование дефекта	Условное обозначение	Вид дефекта	Допустимая суммарная длина дефектов Σ_d , мм		
			Для уровня качества «А»	Для уровня качества «В»	Для уровня качества «С»
Непротяженный	SH	Объемный, плоскостной	$\Sigma_{300} \leq 30$	$\Sigma_{300} \leq 50$	
Протяженный в сечении шва	LS ₁	Объемно-протяженный	$l \leq S$ и $l \leq 15$ $\Sigma_{300} \leq 30$	$l \leq 2S$ и $l \leq 25$ $\Sigma_{300} \leq 50$	
	LS ₂	Плоскостной по разделке кромок*	Не допускаются	$l \leq 2S$ и $l \leq 15$ $\Sigma_{300} \leq 15$	
	LS ₃	Плоскостной в металле сварного шва	$l \leq 2S$ и $l \leq 25$ $\Sigma_{300} \leq 25$	$l \leq 2S$ и $l \leq 30$ $\Sigma_{300} \leq 30$	
Протяженный в корне шва	LB ₁	Плоскостной в корне (двухсторонний непровар)	$l \leq S$ и $l \leq 12,5$ $\Sigma_{300} \leq 25$	$l \leq 2S$ и $l \leq 15$ $\Sigma_{300} \leq 30$	$l \leq 2S$ и $l \leq 25$ $\Sigma_{300} \leq 50$
	LB ₂	Плоскостной в корне шва из-за смещения кромок (непровар)	$l \leq 2S$ и $l \leq 30$ $\Sigma_{300} \leq 50$	$l \leq 2S$ и $l \leq 50$ $\Sigma_{300} \leq 75$	
	LB ₃	Утяжина, превышение проплава	$l \leq S$ и $l \leq 30$ $\Sigma_{300} \leq 50$	$l \leq 2S$ и $l \leq 50$ $\Sigma_{300} \leq 100$	
	LB ₄	Плоскостной по разделке кромок	Не допускаются	$l \leq S$ и $l \leq 15$ $\Sigma_{300} \leq 15$	
Цепочка (скопление)	CC	Скопления и цепочки непротяженных дефектов	$l \leq S$ и $l \leq 12,5$ $\Sigma_{300} \leq 25$	$l \leq S$ и $l \leq 15$ $\Sigma_{300} \leq 30$	

* Дефект лежит на разделке кромок, если расстояние от дефекта до плоскости разделки не превышает 1 мм, в остальных случаях считать, что дефект находится в металле шва или основном металле трубы.

Пр и м е ч а н и е – При оценке допустимости дефекта из двух значений параметра, соединенных союзом «и» выбирают наименьшее.

15.4. При УЗК с применением дефектоскопа A1525 Solo, выполняющего оценку качества по амплитудному критерию:

- браковочный уровень $S_{\text{брак}}$ должен быть установлен равным сигналу от отражателя с максимально допустимой эквивалентной площадью дефекта (Таблица 4);



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- контрольный уровень чувствительности S_k должен быть установлен на 6 дБ ниже браковочного уровня $S_{\text{брак}}$;
 - поисковый уровень чувствительности S_p должен быть установлен на 6 дБ ниже контрольного уровня S_k .
- 15.5. При оценке качества сварного соединения анализируются сигналы, превышающие контрольный уровень чувствительности. Оценку условных размеров следует выполнять на контрольном уровне чувствительности, то есть абсолютным методом.
- 15.6. Максимальную допустимую эквивалентную площадь дефектов при УЗК сварных соединений с применением амплитудного критерия оценки качества выбрать по Таблица 4, для трубопроводов с давлением транспортируемой среды свыше 11,8 МПа оценка выполняется по уровню качества «А».
- 15.7. Оценка качества сварных соединений защитных футляров (кожухов) выполняется по уровню качества «С».
- 15.8. По результатам УЗК дефекты классифицируют по протяженности, глубине залегания и принадлежности к скоплениям, цепочкам. На основании результатов классификации делают вывод о допустимости дефекта.
- 15.9. К непротяженным относят дефекты, условная протяженность которых не превышает значений, приведенных в Таблица 5. Остальные дефекты относят к протяженным. При контроле с использованием схемы контроля «вертикальные трещины (тандем)», непротяженным считается дефект, условная протяженность которого не превышает условную протяженность эталонного отражателя.
- 15.10. Дефект находится в корне сварного шва, если глубина его залегания превышает $2/3$ толщины стенки трубы и в сечении сварного шва, если глубина его залегания не превышает $2/3$ толщины стенки трубы.
- 15.11. Дефект в сварном соединении считается недопустимым, если:
- эквивалентная площадь дефекта превышает максимально допустимую ($S_{\text{деф}} > S_{\text{брак}}$);
 - условная протяженность l дефекта превышает максимально допустимое значение;
 - суммарная протяженность Σd дефектов превышает максимально допустимое значение.

16. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

- 16.1. Результаты контроля необходимо фиксировать в журнале контроля сварных соединений неразрушающими методами и оформлять в виде заключения (протокола) в соответствии с СТО Газпром 15-1.3-004 Раздел 15.
- 16.2. В заключении (протоколе) ультразвукового контроля должна присутствовать следующая информация:
- номер (шифр) ОТК НК;
 - перечень НД, применяемых при НК для оценки качества (графа «Нормативный документ» формы заключения);
 - номер заключения;
 - наименование организаций заказчика и подрядчика;



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

- наименование лаборатории НК, выполняющей контроль;
- номер свидетельства об аттестации лаборатории НК;
- наименование объекта контроля;
- уровень качества сварного соединения;
- наименование средств контроля;
- уровень чувствительности (при необходимости);
- характеристики сварного соединения: диаметр свариваемых труб, толщина стенок труб, номер сварного соединения, клеймо сварщика;
- дата контроля;
- обозначение типа дефекта и описание его параметров с указанием их допустимости;
- суммарная протяженность дефектов по всей длине сварного шва;
- суммарная протяженность дефектов на оценочном участке;
- заключение о годности сварного соединения: «Годен», «Ремонт», «Вырезать»;
- фамилия(-ии), инициалы специалиста(-ов) НК, их уровни квалификации, номера квалификационных удостоверений, подпись.

РАЗРАБОТАНО

Специалист уровня 3 по УЗК

В.В. Силин

Удостоверение 10034-66170-2022



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

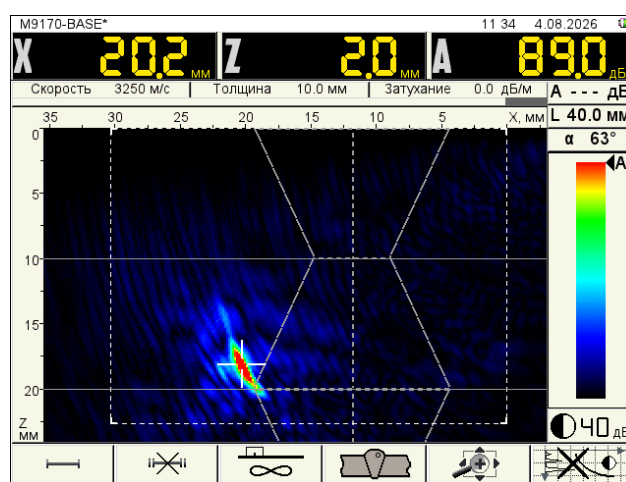
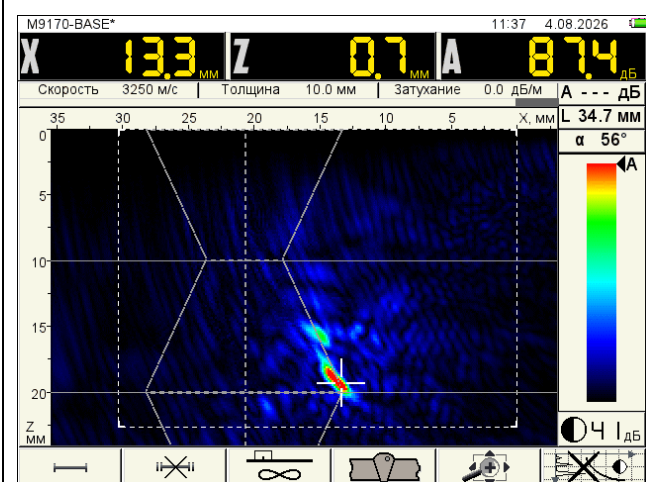
(справочное)

Альбом В-Сканов различных видов дефектов сварных швов

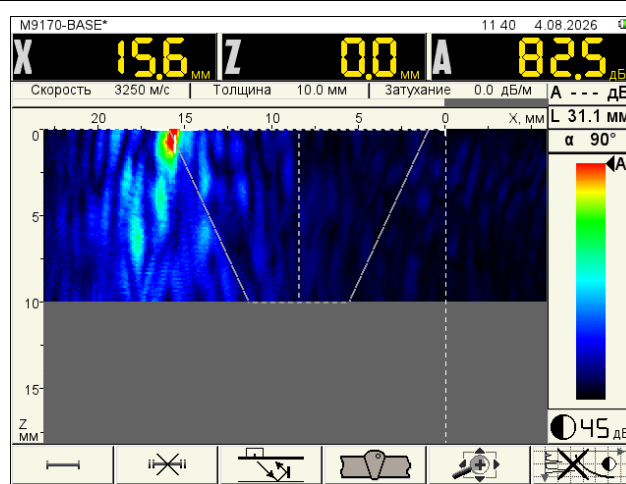
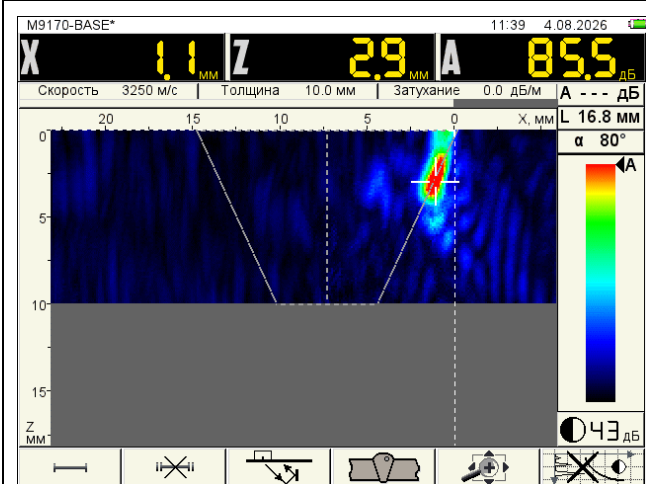
1. Трещина по разделке кромки в верхней части шва.



Режим «Полупространство»



Режим «Вертикальные трещины»



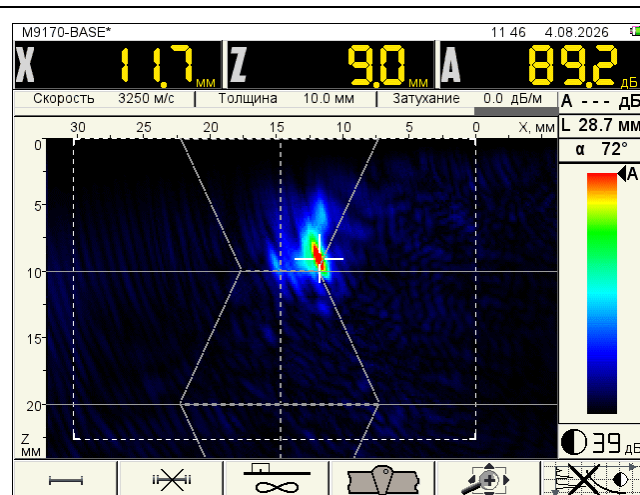
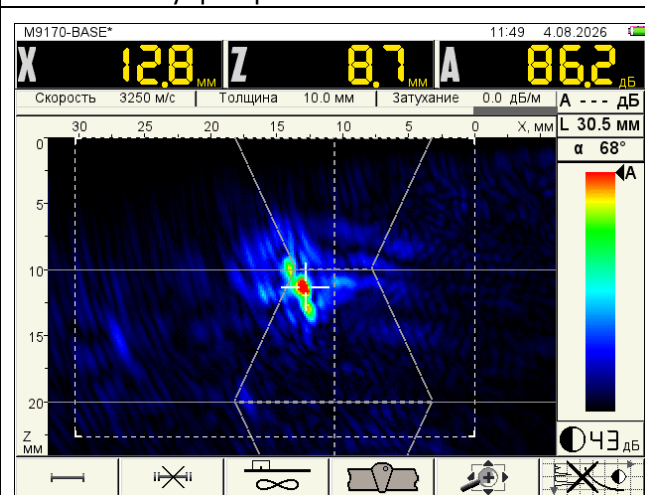


АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

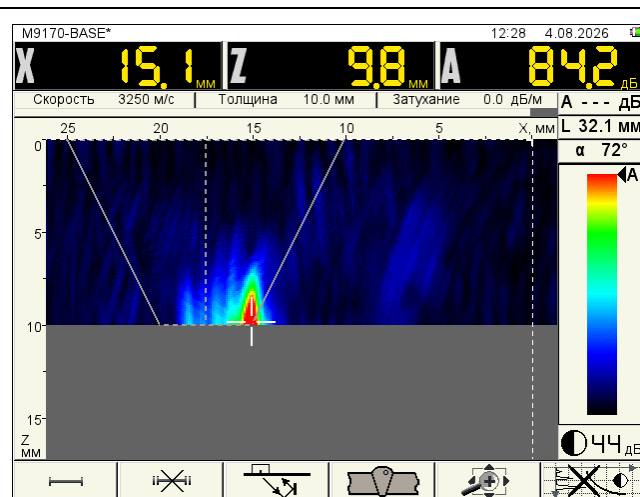
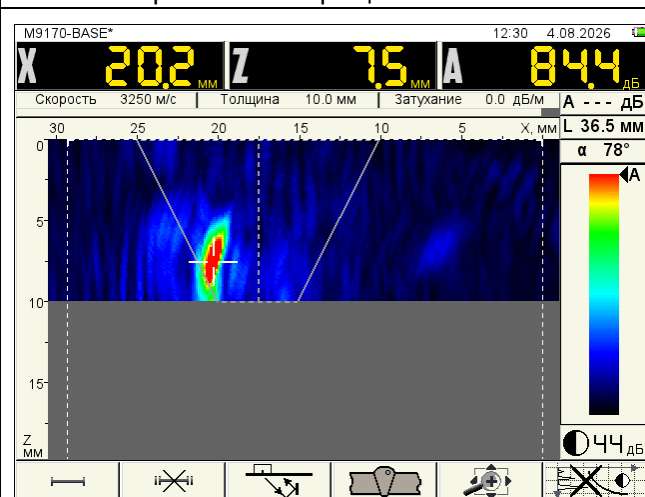
2. Трещина в корне сварного шва



Режим «Полупространство»



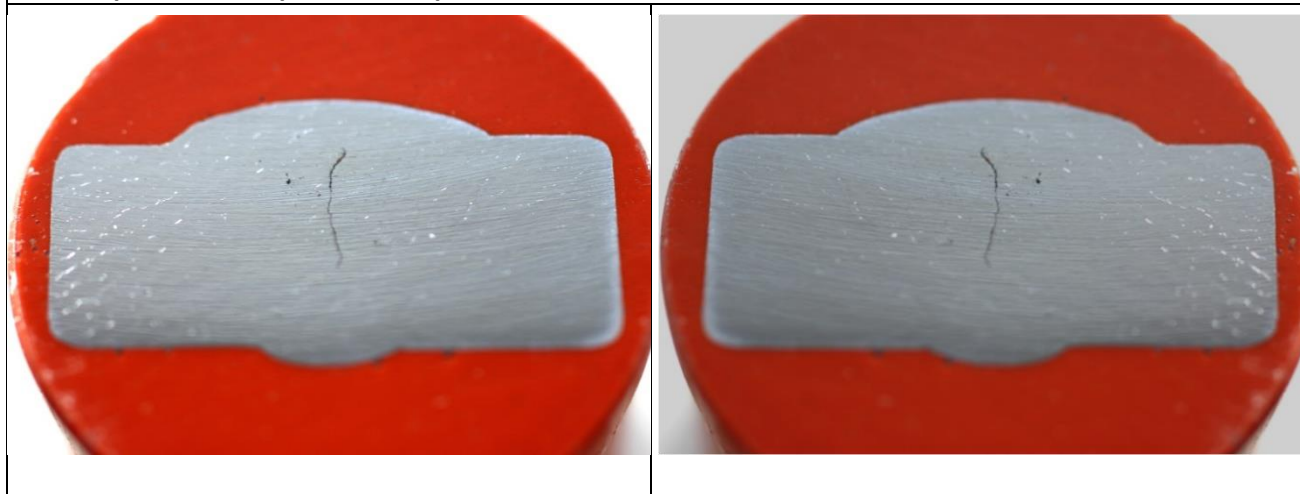
Режим «Вертикальные трещины»



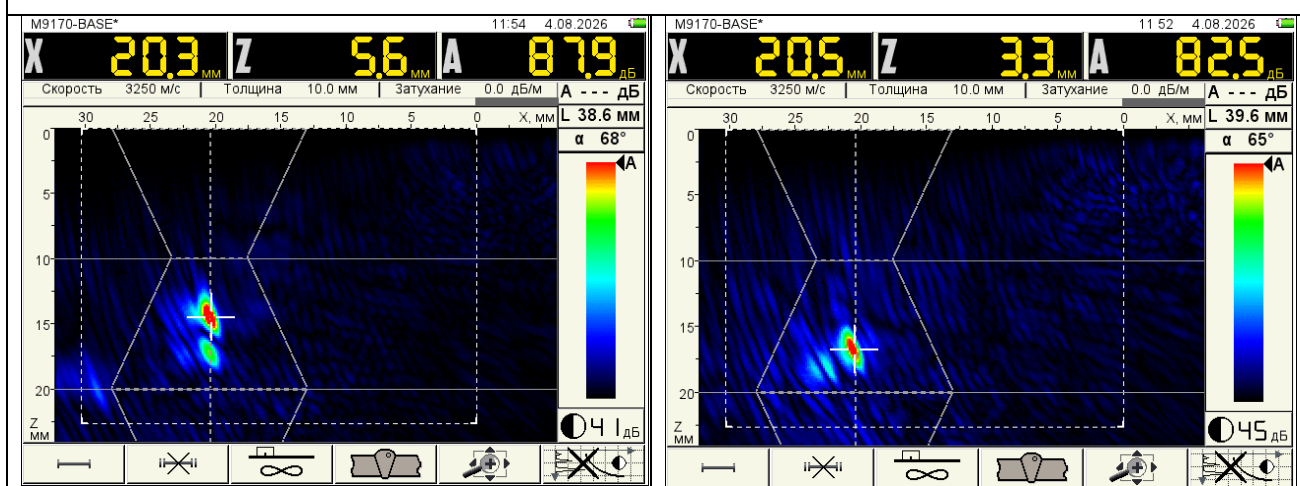


АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

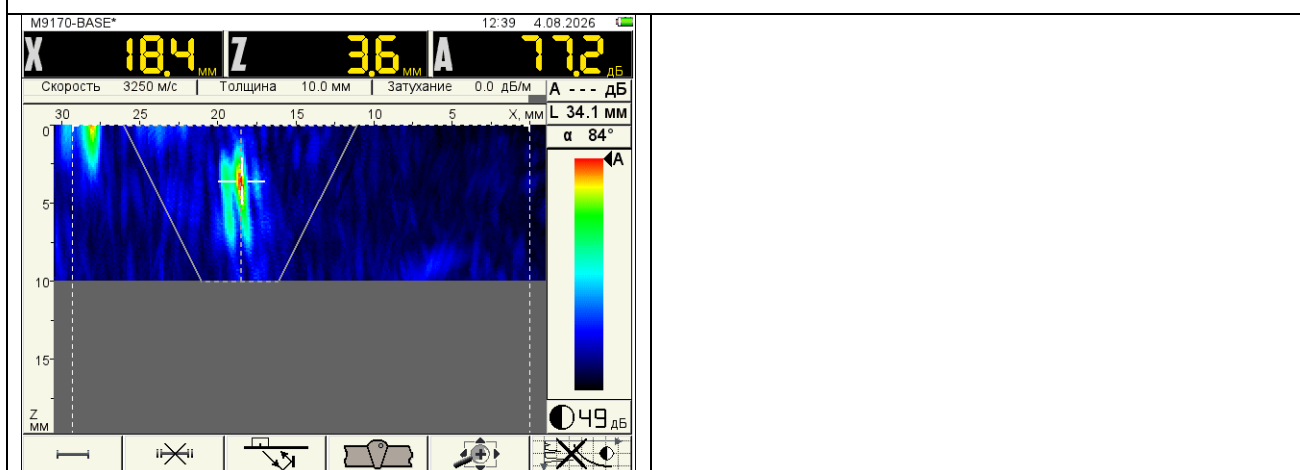
3. Вертикальная трещина в середине шва



Режим «Полупространство»



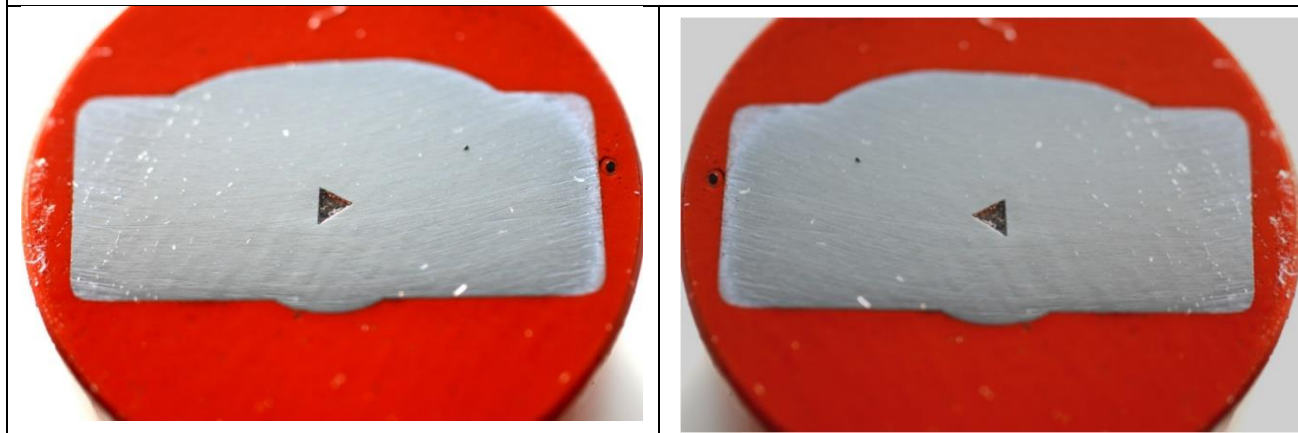
Режим «Вертикальные трещины»



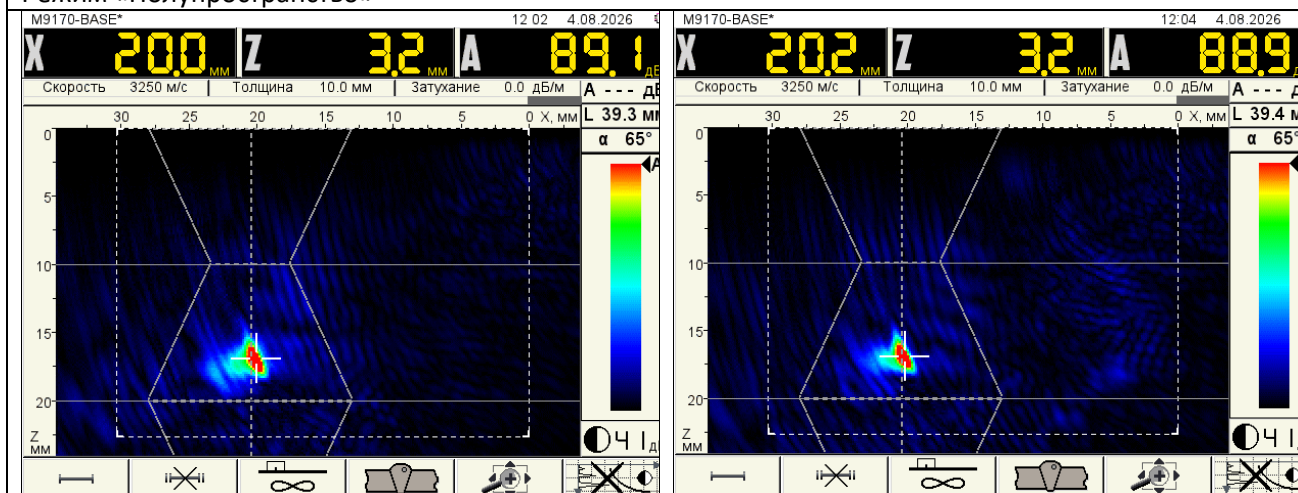


АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

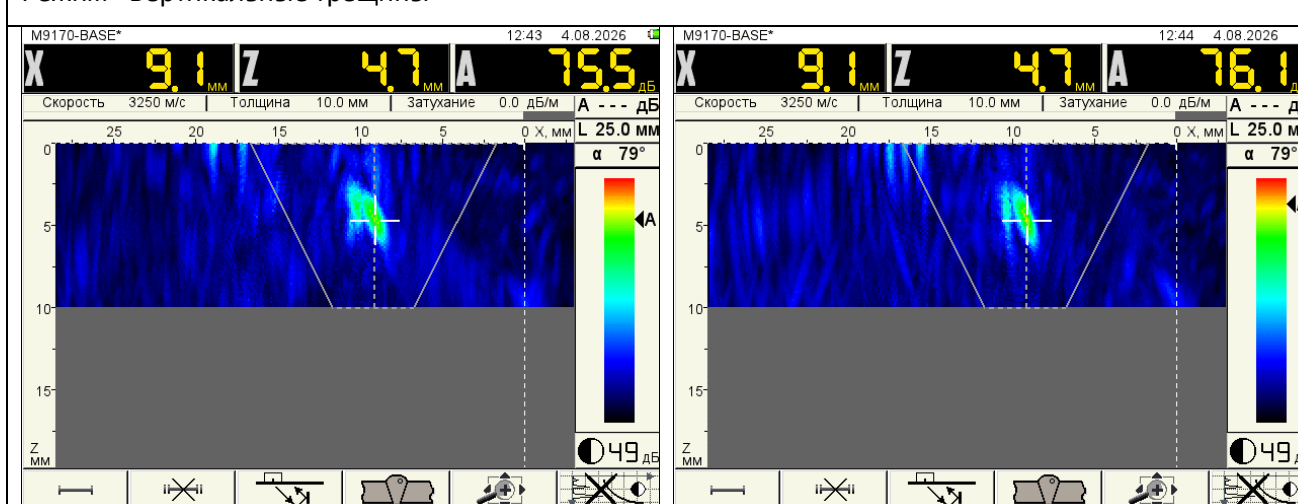
4. Шлаковое включение



Режим «Полупространство»



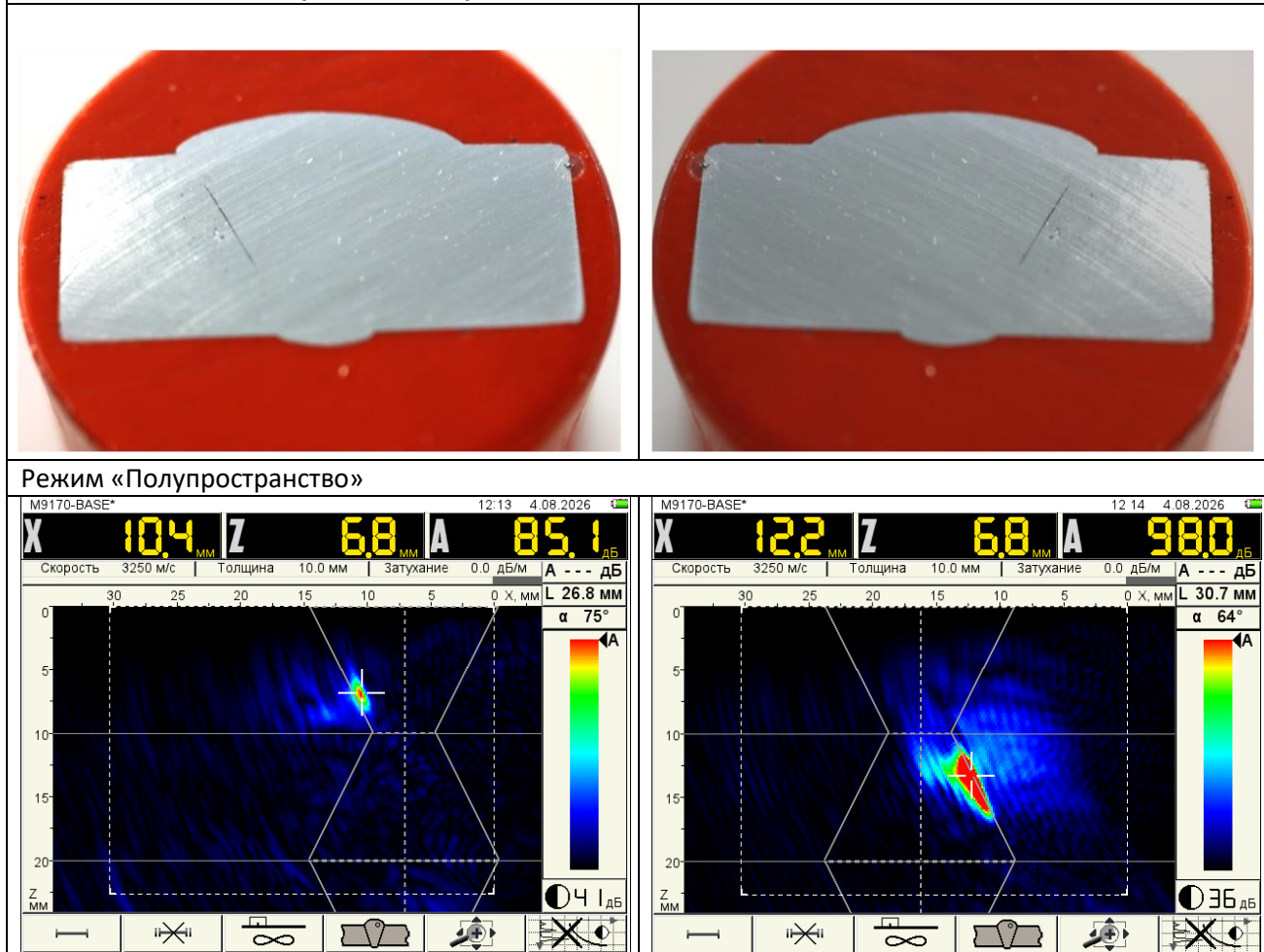
Режим «Вертикальные трещины»





АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

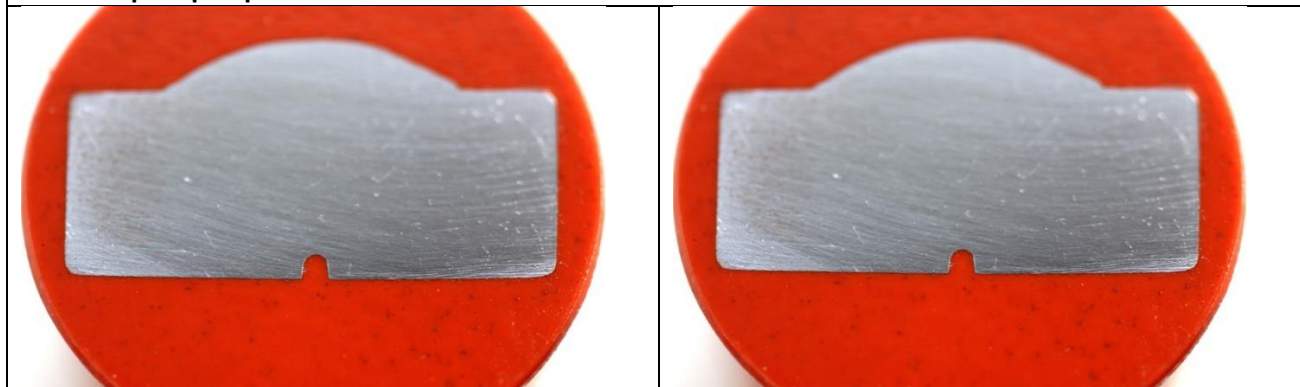
5. Несплавление по разделке сварного шва



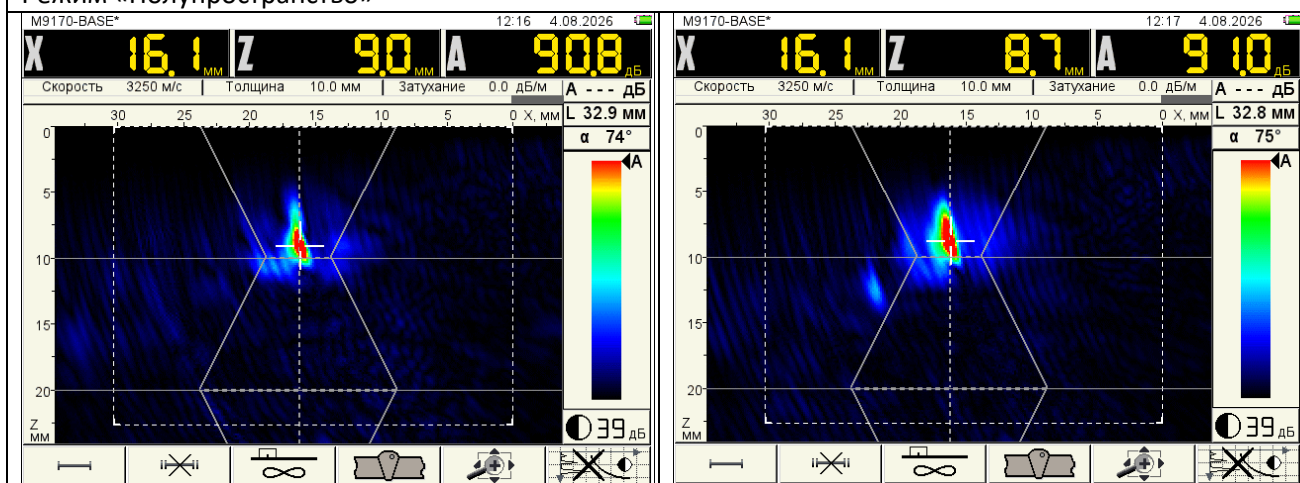


АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

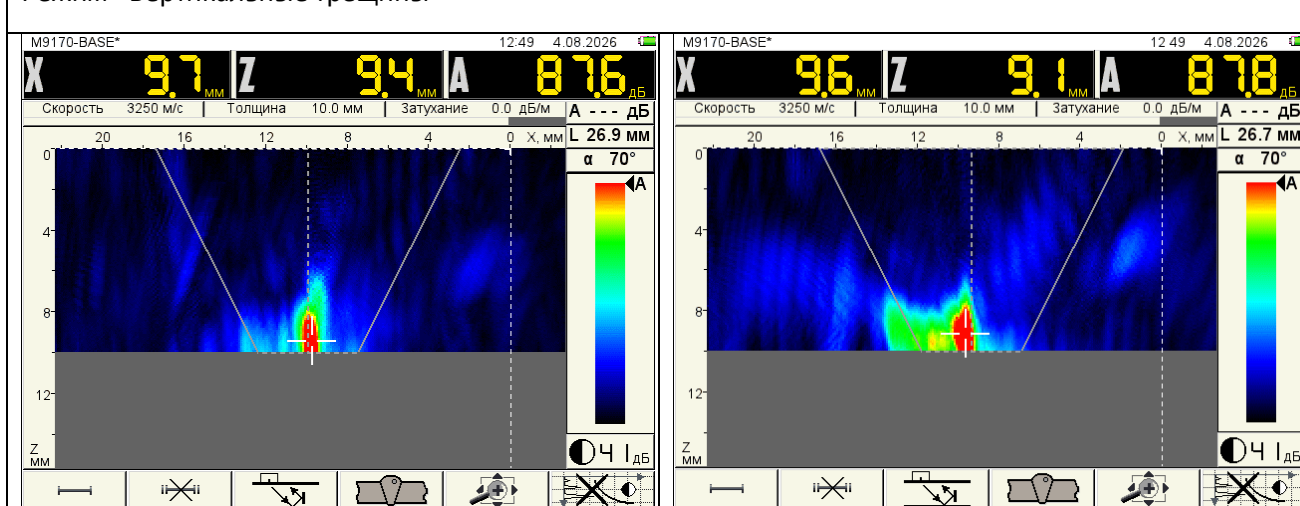
6. Непровар корня шва



Режим «Полупространство»



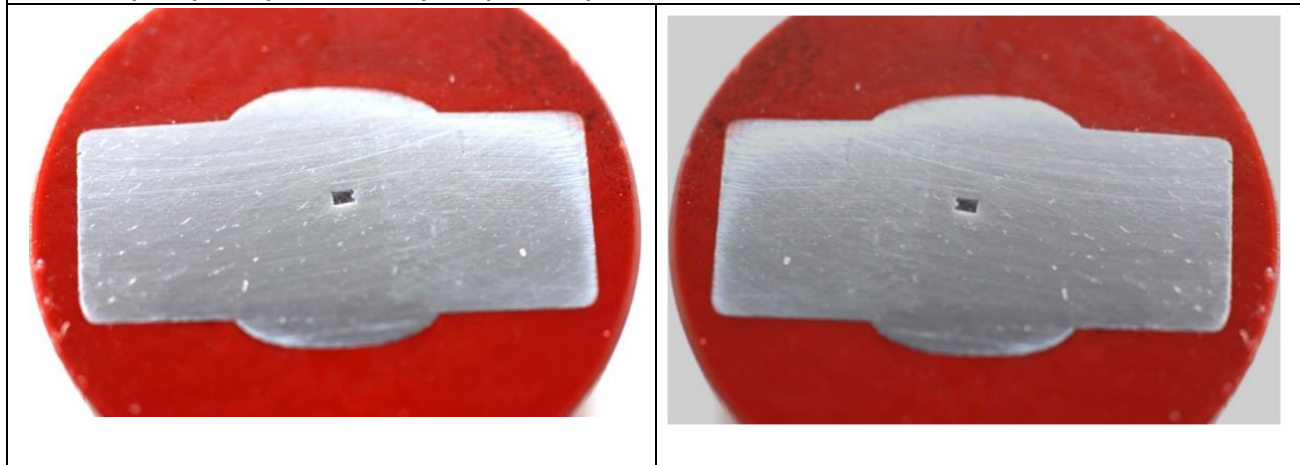
Режим «Вертикальные трещины»



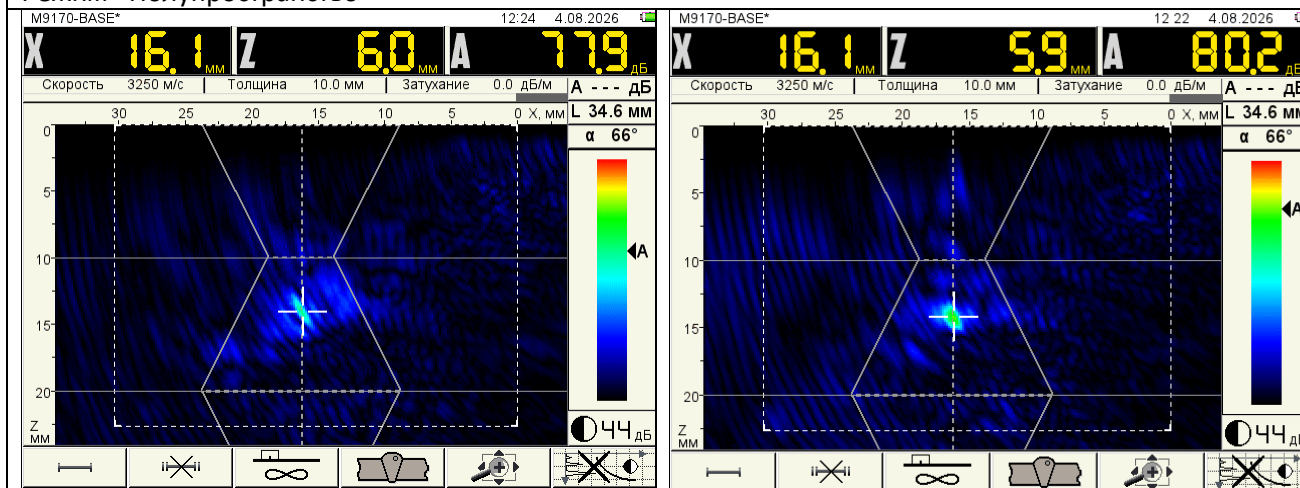


АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

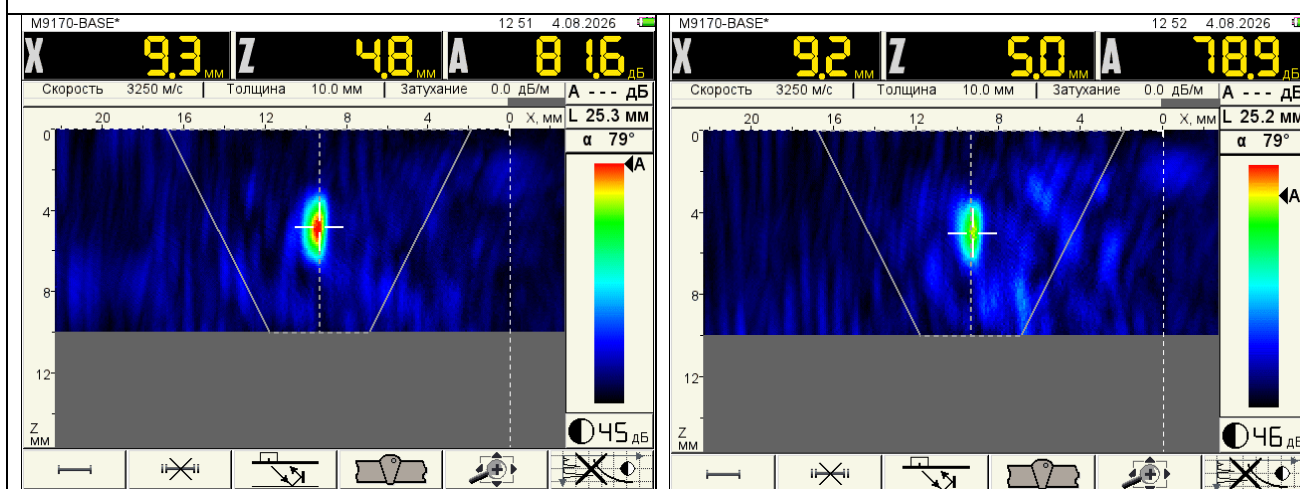
7. Непровар в корне шва. Двухсторонняя разделка.



Режим «Полупространство»



Режим «Вертикальные трещины»





АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов A1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К МЕТОДИКЕ

Форма 0

Номер изменения	Дата введения в действие	Перечень измененных пунктов



АПЯС.412231.040 МК МЕТОДИКА ручного ультразвукового контроля сварных соединений труб толщиной от 8 до 54 мм с применением дефектоскопов А1525 Solo на объектах ПАО ГАЗПРОМ

ЛИСТ РЕДАКЦИЙ МЕТОДИКИ

Форма 0

Ред.№	Наименование документа	Дата утверждения	Дата введения в действие	Реквизиты организационно-распорядительного документа